



La plaine alluviale de la Moyenne Garonne toulousaine au cours de l'holocène : apport d'une approche croisée archéologie et géomorphologie

Laurie Ferdinand

► To cite this version:

Laurie Ferdinand. La plaine alluviale de la Moyenne Garonne toulousaine au cours de l'holocène : apport d'une approche croisée archéologie et géomorphologie. Géographie. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 2014. Français. NNT : 2014TOU20069 . tel-01246400

HAL Id: tel-01246400

<https://theses.hal.science/tel-01246400>

Submitted on 18 Dec 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Université
de Toulouse

THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :

Université Toulouse 2 Le Mirail (UT2 Le Mirail)

Cotutelle internationale avec :

Présentée et soutenue par :
Laurie Ferdinand

Le 26 septembre 2014

Titre :

La plaine alluviale de la Moyenne Garonne toulousaine au cours de l'Holocène:
apports d'une approche croisée archéologie et géomorphologie

École doctorale et discipline ou spécialité :

ED TESC : Géographie et aménagement

Unité de recherche :

Laboratoire GEODE - UMR 5602

Directeur(s) de Thèse :

M. Jean-Michel CAROZZA, Maître de Conférences - HDR, Université de Strasbourg,
Laboratoire GEODE - UMR 5602

Rapporteurs :

Mme Joëlle BURNOUF, Professeure, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, UMR 7041
ArScAn - Archéologies Environnementales

Mme Nathalie CARCAUD, Professeure, Agrocampus Ouest, Centre d'Angers

Autre(s) membre(s) du jury :

M. Jean-Paul METAILIE, Directeur de Recherche, Laboratoire GEODE - UMR 5602

La plaine alluviale de la Moyenne Garonne toulousaine au cours de l'Holocène :

Apports d'une approche croisée archéologie et géomorphologie



Bras-mort de la Garonne dans le secteur de Fenouillet

Laboratoire GEODE – UMR 5602
Maison de la Recherche
Université Toulouse II
5 allées Antonio Machado
31058 TOULOUSE Cedex 9

Résumé

La plaine alluviale de la Moyenne Garonne toulousaine au cours de l'Holocène : apport d'une approche croisée archéologie et géomorphologie

Sous le prisme de la pluridisciplinarité, la dichotomie entre anthropisation et environnement s'est réduite à mesure que de fortes interrelations dans les seuils d'évolution ont été démontrées. Les vallées fluviales constituent des supports d'observation privilégiés des relations hommes-milieus, et de nombreux fleuves ont fait l'objet de ce type d'étude ces dernières années.

Le choix de la Garonne s'est imposé face au vide scientifique qui caractérise une grande partie du tracé au sein du Sud-Ouest de la France, en particulier la section moyenne. Ce travail se concentre donc sur l'étude des relations entre le peuplement et la basse plaine entre Toulouse et la confluence du Tarn depuis 10000 ans. La vallée atteint 25km de large à Toulouse et correspond à la première zone d'étalement des crues pyrénéenne, favorable à l'enregistrement des occupations passées et de la dynamique alluviale qui les a accompagnés.

En l'absence de référentiel local, un cadre chronologique géomorphologique et archéologique a été mis en place pour l'Holocène à partir des travaux réalisés sur différents cours d'eau européens et continentaux. Ces deux volets ont ensuite été analysés distinctement sur la plaine de la Garonne à l'aide d'une méthodologie pluridisciplinaire. Les résultats montrent que l'occupation de la plaine alluviale est continue depuis le Néolithique, malgré une restitution biaisée par les travaux d'aménagement modernes et la taphonomie. Cette dernière est marquée par une forte mobilité du chenal de la Garonne et l'identification d'au moins deux épisodes d'incision au cours du 2nd l'Holocène et une nette diminution de l'alluvionnement depuis l'Antiquité.

Mots-clefs : Garonne – archéologie – Holocène – géomorphologie – plaine alluviale

Summary

The alluvial plain of the Middle Garonne in Toulouse during the Holocene: contribution of a cross archaeology and geomorphology approach

Through the prism of multidisciplinary, the dichotomy between environment and human impacts is reduced as strong interrelationships in thresholds have been demonstrated. The valleys are favored supports of human-environment relations, and many rivers have been the subject of this type of study in recent years.

The Garonne's choice result of a scientific blank in the most part of the channel in the South West of France, especially the middle section. Therefore this work focuses on the study of the relationship between human occupation and the low plain from Toulouse to the confluence of the Tarn since 10000 years. The valley is 25km wide in Toulouse and is the first Pyrenean flood spreading area, enabling the recording of past occupations and the alluvial dynamic associated.

Without local repository, geomorphological and archaeological chronological framework was established for the Holocene, based on works completed in European and continental channels. These two component were analyzed separately on the plain of the Garonne river with a multidisciplinary approach. The results show that the floodplain's occupation is continuous since the Neolithic, despite restitution biased by modern development works and taphonomy. This aspect is characterized by a high mobility channel of the Garonne and the identification of at least two episodes of incision in the 2nd Holocene and a net sedimentation decrease since Antiquity.

Mots-clefs : Garonne – archaeology – Holocene – geomorphology – floodplain

Remerciements

Avant de poser le point final à ce manuscrit, il me paraît important de remercier toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à l'aboutissement de cette thèse.

Je commencerai par remercier mon directeur de thèse, Jean-Michel Carozza, pour avoir initié ce projet et d'en avoir suivi toutes les étapes. Travailler avec lui n'a pas toujours été simple mais aujourd'hui, je me sais bien plus endurante et persévérante qu'il y a quelques années. Merci également à François Gazelle et Jean-Paul Métaillé pour avoir tour à tour pris la direction de cette thèse. Ils ont guidé mes premiers pas en tant que doctorante et m'ont fait confiance dans l'orientation de mes recherches. Merci également à Philippe Valette pour m'avoir transmis une partie de son savoir sur la Garonne et ses acteurs.

Merci aux membres du jury, qui ont accepté de juger ce travail et d'en supporter la lecture exhaustive au plus fort de l'été.

Je remercie le laboratoire GEODE pour avoir mis à ma disposition ses locaux et son matériel. Ce bureau au 2^{ème} étage, véritable sauna en été, va me manquer. L'équipe qui y travaille a donné lieu à de belles rencontres et à des discussions parfois acharnées à l'heure du déjeuner sur la pelouse. Merci d'avoir su ouvrir mon horizon scientifique et permis d'envisager la géographie autrement pour l'archéologue que je suis. Je pense particulièrement à Anne, Florence, Nicolas, Fanny, France, Élodie, Hugues...

Merci à l'université Toulouse-II, aujourd'hui Jean Jaurès, et plus exactement l'UFR de Géographie et Aménagement, pour m'avoir permis de donner des cours et essayer de transmettre un peu de mon affection pour les systèmes fluviaux.

Je remercie le Service Régional de l'Archéologie de Midi-Pyrénées, qui m'a ouvert ses portes et autorisé à consulter et utiliser ses données. Je pense en particulier à Pierre Planès, pour avoir passé de longues journées à me transmettre les documents dont j'avais besoin, et à Laurent Sévègnes, pour nos discussions sur l'état de l'archéologie dans la vallée de la Garonne et son soutien logistique sur la base de données PATRIARCHE. Pour le volet géomorphologique de ce travail, j'adresse tous mes remerciements au laboratoire « Archéologie des Sociétés Méditerranéennes » - UMR 5140 de Lattes, qui fut mon laboratoire d'accueil en Master. Leur matériel a permis l'acquisition de plusieurs carottes et leurs locaux leur analyse sédimentaire. Un grand merci à Philippe Blanchemanche et Gaël Picquès pour leur disponibilité et leur réactivité, ainsi qu'à Benoît Devillers pour nos discussions devant les tamis. Je remercie également la gravière MGM-Sablières Réunies pour nous avoir autorisé à exploiter les coupes stratigraphiques et les bois fossiles découvert sur son secteur.

Je remercie également Mosaique Archéologie et Evéha pour m'avoir fait confiance et donné la chance de travailler dans des contextes différents. Je pense particulièrement à Ludovic Leroy et Aurélien Sartou, sans qui je n'aurais pu mener ce travail jusqu'au bout. Je pense aussi à ceux que j'ai pu croiser sur les chantiers, notamment Jessica, Vanessa, Benjamin, Julie, Céline, Simon...

J'arrive à des remerciements plus personnels. Les premiers s'adressent à mes amis, sans lesquels cette thèse aurait été bien plus difficile. Merci à Magali, Christophe et Sidonie, pour votre soutien toutes ces années, nos discussions interminables et votre accueil chaleureux à chacun de mes séjours dans la Ville Rose. Merci à Nafissa, ma compagne de galère, qui m'a appris à relativiser et à partager l'espace avec Cookie. La thèse nous a changées, mais on ne se laissera pas abattre. Mais n'oublie pas, la forme, c'est le nerf de la guerre... Merci à Marie, pour nos sessions skype à l'autre bout de la terre

qui nous ont défoulé, et m'ont fait découvrir chaque fois un peu plus l'étrangeté des mœurs japonaises. Merci à Elsa, Manu et Coline pour la découverte de l'île et les balades sur la plage déserte, et à Audrey, Aurore et Greg pour avoir été là, tout simplement. Votre point de vue extérieur m'a permis de souffler un peu et de voir que la vie continue en dehors de la thèse. Je n'oublie pas Hélène, Sébastien, Alexandre, Stéphanie, et les toulousaines Emeline, Fany, Gémoele qui m'ont accompagné sur le terrain...

Merci à ma famille, qui commençait à douter et n'a pas toujours compris mes choix. Mais vous avez été là, c'est le principal. Une pensée particulière pour Charlène, Richard, Tehlio, Barbara, Jérémy et Victoria. Vous m'avez souvent écouté me plaindre et pour ça, je vous en suis reconnaissante. Merci à mes grands-parents, pour tout depuis mon retour et sans qui cette dernière année aurait été très difficile. Vous allez pouvoir vous reposer un peu...

Je ne remercierai jamais assez mes parents, sans lesquels rien n'aurait été possible. Merci de m'avoir toujours soutenue dans mes choix éclectiques mais surtout pour m'avoir fait devenir celle que je suis.

Merci à toi, pour ton soutien indéfectible toutes ces années. Ta présence m'a permis d'avancer, ton humour de voir la vie plus belle. Enfin, merci à ce petit « nous », qui a changé nos vies...

Table des matières

Résumé.....	7
Summary	7
Remerciements	8
Table des matières	11
Introduction.....	18
I. Contexte de la recherche.....	22
1.1. Évolution des hydrosystèmes depuis la fin du Pléniglaciaire.....	23
1.1.1. L'hydrosystème.....	23
1.1.2. La plaine alluviale.....	23
1.1.2.1. Définition	24
1.1.2.2. Les unités chronostratigraphiques	25
1.1.2.3. Les unités fonctionnelles	26
1.1.2.4. Une chronologie exclusivement holocène ?	27
1.1.3. Chronologie des dynamiques alluviales holocènes.....	28
1.1.3.1. A l'échelle globale	28
1.1.3.2. A l'échelle ouest-européenne	34
1.1.3.2.1. Le Rhin.....	34
1.1.3.2.2. Le Pô	36
1.1.3.2.3. L'Ebre.....	36
1.1.3.2.4. Le Rhône.....	37
1.1.3.2.5. La Loire	40
1.1.3.2.6. La Seine.....	43
1.1.4. Synthèse	45
1.2. Les interactions peuplement-vallée au cours de l'Holocène	48
1.2.1. Les relations sociétés/plaine alluviale	48
1.2.1.1. La variabilité de la perception du risque	49
1.2.1.2. Les ressources.....	50
1.2.1.3. Les contraintes.....	51
1.2.1.4. Les aménités.....	52
1.2.2. Évolution du peuplement dans la plaine alluviale depuis le Néolithique.....	54
1.2.2.1. A l'échelle mondiale.....	54
1.2.2.2. A l'échelle ouest-européenne.....	56

1.2.2.2.1.	Le Rhône	58
1.2.2.2.2.	La Loire	60
1.2.2.2.3.	La Seine.....	62
1.2.2.3.	Synthèse.....	64
1.2.3.	Bilan des modèles géoarchéologiques	66
1.3.	Problématisation de la recherche.....	68
1.3.1.	Problématique	69
1.3.2.	Objectifs	70
II.	Contexte scientifique, géographique et méthodologie	72
2.1.	Délimitation du cadre spatial de la recherche	72
2.1.1.	Présentation générale	72
2.1.1.1.	Contexte géologique	72
2.1.1.2.	Régime hydrologique	77
2.1.1.3.	« Les Garonnes » : segmentation géomorphologique	77
2.1.2.	La zone d'étude : la basse plaine entre Toulouse et le Tarn.....	79
2.1.2.1.	Présentation générale	80
2.1.2.2.	Contexte géomorphologique	82
2.1.3.	La formation de la plaine alluviale de la Garonne : état des connaissances.....	83
2.1.3.1.	La problématique ancienne de la terrasse würmienne	84
2.1.3.2.	Hypothèses chronostratigraphiques de la plaine alluviale	85
2.1.3.3.	Les sites d'étude	86
2.1.3.3.1.	La confluence Hers-Garonne.....	86
2.1.3.3.2.	Verdun-sur-Garonne	88
2.1.3.3.3.	Le Secteur Nord.....	90
2.2.	Méthodologie de la recherche.....	93
2.2.1.	Les données archéologiques	93
2.2.1.1.	Définition du site archéologique.....	93
2.2.1.2.	Constitution du corpus archéologique	94
a.	La CAN et Patriarche.....	95
b.	Acquisition de nouvelles données.....	96
c.	Actualisation des données.....	97
2.2.1.3.	Représentativité du corpus et biais.....	100
2.2.1.4.	Exploitation de la base de données archéologique	102
2.2.2.	Le Système d'Information Géographique	102
2.2.2.1.	Applications en archéologie et en géomorphologie	102

2.2.2.2.	Structuration des données	103
2.2.2.3.	Méthode d'exploitation	105
2.2.3.	Les données de terrain	106
2.2.3.1.	Le terrain	106
2.2.3.1.1.	Les carottages.....	106
2.2.3.1.2.	Les coupes en gravières.....	108
2.2.3.1.3.	Les prospections géophysiques.....	109
2.2.3.2.	Les analyses en laboratoire	111
2.2.3.2.1.	La sédimentologie	111
2.2.3.2.2.	L'extraction des macro-restes.....	111
2.2.3.2.3.	La susceptibilité magnétique.....	112
2.2.3.2.4.	La perte au feu	112
2.2.3.2.5.	La palynologie.....	113
2.2.3.2.6.	Les datations ¹⁴ C	114
III.	L'occupation de la plaine de la Garonne : apport de l'archéologie.....	116
3.1.	Présentation générale.....	116
3.2.	Du corpus aux territoires : apports de l'analyse spatiale	120
3.2.1.	Lecture géographique.....	120
3.2.1.1.	A l'échelle de la vallée.....	120
3.2.1.1.1.	Répartition spatiale des sites archéologiques.....	120
3.2.1.1.2.	Répartition des sites en fonction de leur unité géomorphologique d'implantation	126
3.2.1.2.	A l'échelle de la plaine alluviale.....	130
3.2.1.2.1.	Répartition géographique des sites archéologiques	130
3.2.1.2.2.	Répartition des sites en fonction de leur unité géomorphologique d'implantation	134
3.2.2.	Lecture chronologique.....	136
3.2.2.1.	Observations générales.....	137
3.2.2.2.	Le Paléolithique	140
3.2.2.2.1.	Le Paléolithique inférieur	141
3.2.2.2.2.	Le Paléolithique moyen.....	142
3.2.2.3.	Le Néolithique	143
3.2.2.3.1.	Le Néolithique ancien.....	145
3.2.2.3.2.	Le Néolithique moyen	147
3.2.2.3.3.	Le Néolithique récent et final.....	149
3.2.2.4.	L'Âge du Bronze	150

3.2.2.4.1. L'Âge du Bronze ancien	151
3.2.2.4.2. L'Âge du Bronze moyen.....	153
3.2.2.4.3. L'Âge du Bronze final.....	154
3.2.2.5. L'Âge du Fer	156
3.2.2.5.1. Le 1 ^{er} Âge du Fer	157
3.2.2.5.2. Le 2 nd Âge du Fer	159
3.2.2.6. L'Antiquité.....	161
3.2.2.6.1. Le Haut Empire	163
3.2.2.6.2. L'Antiquité Tardive	165
3.2.2.7. Le Moyen-âge	166
3.2.2.7.1. Le Haut Moyen-âge	167
3.2.2.7.2. Le Moyen-âge central.....	169
3.2.2.7.3. Le Bas Moyen-âge	170
3.3. Quelle place pour la plaine alluviale ?	171
3.3.1. Évolution de l'attractivité de la plaine alluviale	174
3.3.2. Comparaison plaine/vallée des dynamiques d'occupation.....	174
IV. Résultats géomorphologiques.....	177
4.1. La confluence Hers-Garonne	177
4.1.1. Présentation du site	178
4.1.2. Castel 1	179
4.1.2.1. Description des faciès sédimentaires	179
4.1.2.2. Profil ERT	181
4.1.2.3. Chronologie	183
4.1.2.4. Corrélations à l'échelle locale	184
4.1.2.5. Conclusion partielle	185
4.1.3. Castel 2	186
4.1.3.1. Description des faciès sédimentaires	186
4.1.3.2. La susceptibilité magnétique	188
4.1.3.3. Chronologie	189
4.1.3.4. Corrélations à l'échelle locale	190
4.1.3.5. Conclusion partielle	190
4.1.4. Synthèse de l'évolution du secteur de la confluence Hers-Garonne.....	192
4.2. Verdun-sur-Garonne.....	194
4.2.1. Présentation du site	194
4.2.2. Borde-Haute (G-ZC-1-2)	195

4.2.2.1.	Description des faciès sédimentaires	196
4.2.2.2.	Observations complémentaires en laboratoire	197
4.2.2.3.	Interprétation	197
4.2.3.	Grégoire (V-ZM-41)	198
4.2.3.1.	Description des faciès sédimentaires	198
4.2.3.2.	Observations complémentaires en laboratoire	199
4.2.3.3.	Interprétation	200
4.2.4.	Pichoré (V-ZL-31)	200
4.2.4.1.	Description des faciès sédimentaires	201
4.2.4.2.	Observations complémentaires en laboratoire	202
4.2.4.3.	Interprétation	202
4.2.5.	Synthèse	203
4.3.	Bourret	203
4.3.1.	Présentation du site	204
4.3.2.	Bourret 1	205
4.3.2.1.	Description des faciès sédimentaires	206
4.3.2.2.	Interprétation	207
4.3.3.	Bourret 2	207
4.3.3.1.	Description des faciès sédimentaires	207
4.3.3.2.	Interprétation	209
4.3.4.	Coupe stratigraphique à grande échelle	209
4.3.5.	Profil ERT	210
4.3.6.	Le gisement des bois sub-fossiles	212
4.3.7.	Chronologies	212
4.3.7.1.	Chronologie des bois sub-fossiles	213
4.3.7.2.	Chronologie de la séquence alluviale	213
4.3.8.	Interprétation	213
4.3.8.1.	Constitution du gisement de bois fossile	213
4.3.8.2.	Interprétation de la séquence	214
4.4.	Saint-Porquier	215
4.4.1.	Présentation du site	216
4.4.2.	Les sondages non productifs	217
4.4.2.1.	Près-de-Cordes	218
4.4.2.1.1.	PDC 1	218
4.4.2.1.2.	PDC 2	219
4.4.2.1.3.	PDC 3	219

4.4.2.2.	Gabaxols.....	220
4.4.2.2.1.	GAB 1	221
4.4.2.2.2.	GAB 2	221
4.4.2.3.	Les Randous.....	222
4.4.2.3.1.	RAN 1	222
4.4.2.3.2.	RAN 2	223
4.4.3.	RAN 3.....	225
4.4.3.1.	Description des faciès sédimentaires	225
4.4.3.2.	La perte au feu.....	227
4.4.3.2.1.	Résultats	227
4.4.3.2.2.	Interprétation.....	228
4.4.3.3.	La susceptibilité magnétique	229
4.4.3.3.1.	Résultats	229
4.4.3.3.2.	Interprétation.....	230
4.4.3.4.	Chronologie	230
4.4.3.5.	La palynologie.....	231
4.4.3.5.1.	Résultats	231
4.4.3.5.2.	Interprétation.....	233
4.4.3.6.	Synthèse.....	234
4.4.4.	Synthèse	236
4.5.	Conclusion	237
Conclusion	240
a.	Histoire archéologique	240
b.	Histoire géomorphologique	242
c.	Évolution géoarchéologique de la vallée de la Garonne depuis la fin du Würm.....	243
d.	L'hypothèse de la terrasse würmienne	247
Bibliographie.....		250
Bibliographie des rapports de fouilles		281
TABLE DES TABLEAUX.....		298
ANNEXE 1 : LISTING DES SITES ARCHÉOLOGIQUES		302
ANNEXE 2 : TRAITEMENTS DES DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES		322
1.	Tri communal des sites archéologiques	323
3.	Tri géomorphologique des sites archéologiques.....	327
5.	Tri typologique des sites archéologiques	329

a.	Répartition chronologique.....	329
b.	Répartition géomorphologique.....	329
c.	Répartition géoarchéologique.....	330
6.	Méthode du Khi2 (J.-M. Carozza).....	331
7.	Méthode « Zone tampon »	333
ANNEXE 3 : TRAITEMENT DES DONNÉES GÉOMORPHOLOGIQUES.....		335
1.	RAN 1.....	336
2.	RAN 2.....	337
3.	V-ZM-41	338
4.	V-ZL-31.....	339
5.	G-ZC-1-2	339
6.	PDC	340
7.	GAB.....	340
8.	Perte au feu RAN 3	341
9.	Susceptibilité magnétique RAN 3	343

Introduction

Les grandes vallées fluviales constituent un espace de travail privilégié dans l'étude des relations homme-milieu, et la géoarchéologie fluviale est sans doute aujourd'hui un des champs les plus actifs de cette discipline. Au cours des trois dernières décennies, l'expansion urbaine au sein de ces espaces a posé de nouveaux enjeux d'aménagement et de grands travaux, favorables à une production documentaire de l'archéologie préventive croissante. Il serait toutefois réducteur d'envisager cette discipline simplement en terme d'opportunisme scientifique. Au même titre que les montagnes et les littoraux, les vallées fluviales contribuent à l'élaboration de modèles historiques des relations hommes-milieus, entre attractivité et répulsivité, ressources et contraintes. Les premiers grands travaux pluridisciplinaires français ont de fait porté sur ces espaces (programme PIREN et PEVS du CNRS notamment, puis Zones Atelier, notamment PIREN-Seine, et zone atelier Loire et Rhône). La structure méthodologique de cette discipline s'est construite autour de l'anthropisation sur la longue durée et les transformations environnementales qui en découlent, ce qui lui permet aujourd'hui de s'exporter sur des hydrosystèmes plus modestes.

Cependant, certains secteurs du linéaire ont été privilégiés, et les zones médianes et aval apparaissent plus attractives scientifiquement. Ainsi, le Rhône moyen et aval ou la Loire moyenne orléanaise ont bénéficié de travaux précoces dès les années 1990, tandis que l'intérêt pour les sections en amont est plus récent. Sous un angle strictement géoarchéologique, le constat est similaire, avec une meilleure connaissance des interactions entre les sociétés et leur milieu dans les zones les plus basses du linéaire. Si le Rhône, la Loire, la Seine, la Meuse et la Moselle en France, la Tamise, le Po, l'Arno en Italie, ou encore l'Ebre, le Guadalquivir et le Tage en Espagne et au Portugal ont fait l'objet de nombreuses études, force est de constater qu'il existe encore des zones pour lesquelles les connaissances restent très partielles.

La Garonne illustre parfaitement ce phénomène. Sa situation géographique lui promet pourtant un rôle majeur dans les échanges entre les populations, les climats et les paysages du Sud-Ouest de la France, à la jonction entre façades méditerranéenne et atlantique (l'isthme « gaulois » de Strabon) d'une part et entre Pyrénées, Massif Central et Aquitaine d'autre part. La notion d'axe de communication est sous-jacente à la vallée fluviale et le corridor garonnais est idéalement situé pour créer un lien entre nombre de régions limitrophes. Mais cette lecture correspond-elle à une réalité archéologique ? La Garonne a-t-elle joué un rôle dans la diffusion des idées et des hommes au sein du territoire ou n'est-elle qu'un élément structurant du paysage ?

C'est dans cette optique que la section moyenne de la vallée de la Garonne a été privilégiée dans cette étude. A plus petite échelle, sa localisation présente les mêmes caractéristiques que l'ensemble de la vallée, à savoir un lien potentiel entre le Quercy, l'Albigeois, l'Aquitaine et les piémonts pyrénéens. La ville de Toulouse constitue un repère géographique et archéologique en amont, tandis qu'en aval, le Tarn joue le rôle de frontière hydrogéomorphologique. Pour autant, les contextes archéologique, géomorphologique ou géoarchéologique dans ce secteur restent à l'heure actuelle encore flous.

Les synthèses de l'occupation sont limitées aux périodes les plus récentes, sans perspective diachronique sur l'ensemble du territoire. Les opérations d'archéologie préventive se sont déplacées au sein de la basse plaine seulement depuis une dizaine d'années, offrant une nouvelle perspective dans l'occupation de la vallée de la Garonne. Quelques opérations de grande envergure menées dans la plaine alluviale démontrent l'existence d'installations pérennes et bien organisées. En ce qui

concerne le milieu, la problématique est similaire, avec très peu de données, extrêmement localisées ou trop générales. L'enregistrement dans la plaine alluviale débute dès la fin du Tardiglaciaire mais la chronologie du 2nd Holocène reste encore mal connue.

L'insertion de la Garonne dans le paysage fluvial européen passe par la restitution de l'histoire de son hydrosystème. En amont, la réalisation d'une synthèse diachronique de l'occupation est indispensable à l'étude des relations entre le fleuve et les populations. Elle permettra de d'appréhender le potentiel d'attraction de cet espace et d'en identifier les seuils d'expansion et de recul. Avec l'acquisition de nouvelles données géomorphologiques, il s'agit de retrouver les preuves des différents processus à l'origine du relief actuel. La distinction de phases d'accrétion et d'incision favorisera l'élaboration d'une trame d'évolution, qui pourra ensuite être confrontée à la synthèse diachronique de l'occupation afin d'en dégager les interactions. La problématique de la représentation de la Garonne comme axe de communication ou élément structurant du paysage reste également à éclaircir. Ce n'est qu'à la lecture de l'évolution anthropique de la vallée de la Garonne que son rôle au sein du Sud-Ouest pourra être envisagé.

Ces deux volets de la problématique initiale ne pouvaient être abordés à travers une méthodologie similaire. L'histoire de l'occupation nécessitait un travail de synthèse des données existantes, en collaboration avec le Service Régional de l'Archéologie. A partir de la base de données PATIARCH et de recherches bibliographiques, un schéma d'occupation a pu être élaboré grâce à un SIG. Ces éléments ont également permis de réaliser une première ébauche de la culture toulousaine entre le Néolithique et le Moyen-âge et d'identifier les principales zones d'influences. En ce qui concerne l'approche géomorphologique, une dizaine de nouveaux carottages ont été effectués dans différents secteurs. Ils ont été complétés par des prospections géophysiques, des relevés stratigraphiques à grande échelle, et des datations radiocarbone qui nous permettent de mieux cerner l'évolution de la plaine alluviale au cours de l'Holocène. Les acquis dans les deux volets se révèlent donc importants. Mais au vu de l'état initial des connaissances sur ce secteur de la vallée de la Garonne, ces résultats sont encore insuffisants pour amorcer une réflexion géoarchéologique, et semblent donc plus juxtaposés qu'entremêlés.

Le premier chapitre est largement consacré à un état des lieux des travaux archéologiques et géomorphologiques réalisés sur les grands fleuves. Sans vouloir être exhaustif, il ambitionne de délimiter un cadre chronologique, en identifiant des comportements et des seuils communs à différentes échelles, susceptibles d'être retrouvés sur la Garonne.

Dans le second chapitre, les méthodes mises en œuvre seront présentées. Pour l'archéologie, la synthèse bibliographique, le tri des données et leur intégration dans le SIG constituent les principaux outils. Le volet géomorphologique a mobilisé des outils plus variés. Sur le terrain, carottages et coupes stratigraphiques ont été les supports de lecture privilégiés. Ils ont été complétés en laboratoire par diverses analyses, notamment la perte au feu et la palynologie. La combinaison des outils utilisés diffère sur chaque secteur.

Le troisième chapitre se concentre sur les résultats archéologiques. Ils ont été analysés selon deux échelles, la vallée et la basse plaine. La seconde, unité morphologique privilégiée, présente un catalogue assez mince, ce qui a limité les interprétations. L'analyse chronologique a été réalisée uniquement à l'échelle de la vallée, et tente de dresser le schéma d'occupation et le portrait culturel de la zone d'étude entre le Néolithique et le Moyen-âge.

Les résultats géomorphologiques sont présentés dans le quatrième chapitre. Sur les quatre secteurs privilégiés, trois ont livré des résultats exploitables. A Saint-Porquier, la stratigraphie enregistre une perturbation autour de 8000BP, tandis qu'aucun indice d'anthropisation précoce n'a pu être identifié. A la confluence Hers-Garonne, un ancien paléochenal offre un aperçu de la

chronologie du 2nd Holocène, entre accrétion et incision. A Bourret, un important hiatus sédimentaire pourrait faire le lien entre les deux secteurs précédents.

Enfin, la conclusion tente de synthétiser ces données en trois temps : 1. L'occupation archéologique et les différents biais dans la restitution des schémas d'occupation, 2. L'histoire géomorphologique des quatre secteurs privilégiés et 3. Un essai de reconstitution de l'histoire géoarchéologique de la vallée de la Garonne depuis le début de l'Holocène.

I. Contexte de la recherche

La géoarchéologie des plaines alluviales est une discipline en pleine évolution depuis les travaux précurseurs de Brown et Keough (1992) et Brown (1997). D'abord envisagés comme un simple support de vie relativement immuable par les premières approches archéologiques, la mise en évidence des transformations de ces plaines au cours du dernier glaciaire-interglaciaire mais surtout à l'échelle de l'Holocène a conduit dans un deuxième temps à envisager la relation entre peuplement et dynamique des paysages sous un angle très déterministe. Un des acquis des travaux menés dans le cadre du Programme Vie Environnement et Sociétés du CNRS est la mise en évidence de la complexité de ces phénomènes et leur dimension inter-active et réciproque (Carcaud, Burnouf, Berger, Magny, Lespez...). Ainsi, les sociétés, loin d'être seulement des occupants d'un territoire, d'en tirer des ressources et des aménités et d'en subir les contraintes et changements, sont également devenues acteurs de leur production. Si le cas des turcies et des levées de la Loire sont à ce sujet devenus emblématiques (Castanet 2008), des interventions plus ponctuelles comme les structures hydrauliques sont susceptibles de jouer un rôle tout aussi important dans le façonnement des paysages fluviaux du chenal mais également de la plaine alluviale (Lespez 2011). Ainsi, comme le souligne Montgomery (2008), la naturalité des rivières européennes est une chimère tant l'importance des facteurs humains accumulés sur une échelle de temps pluri-millénaire pèse sur leur fonctionnement actuel et ce quel que soit leur niveau scalaire. Toutefois, les « grands » cours d'eau, du fait des enjeux dont ils sont porteurs, notamment la navigation ou le support de grandes agglomérations, sont susceptibles d'avoir été les plus altérés.

C'est cette dimension qui était au cœur du projet GAL&Et (Garonne ALLier Eau & Territoire), mené entre 2008 et 2012 sous la direction de J. Steiger (ECOLAB). Si les objectifs du programme sont centrés sur l'évaluation des potentiels de ces cours d'eau à entretenir leur dynamique, à restaurer les services écosystémiques et à développer des capacités de résilience et de durabilité dans une dimension prospective, il intègre la prise en compte des rétrotrajectoires et des impacts anthropiques à différentes échelles de temps. Ce programme a été le support principal de ce travail qui s'est également inscrit dans le Programme Collectif de Recherche « Géoarchéologie de la Garonne moyenne au cours de l'Holocène : une approche pluridisciplinaire des interactions milieu-peuplement dans une vallée alluviale tempérée », d'une durée d'un an (2011-2012).

Ces problématiques s'inscrivent dans les tendances actuelles de la géoarchéologie, qui tendent à intégrer la finalité de leurs travaux non seulement dans une dimension historique mais surtout dans la prise en compte des transformations des formes et des processus qui agissent dans les plaines alluviales par les sociétés du passé. Elle trouve donc des échos avec l'archéologie des grandes plaines alluviales, mais aussi l'archéologie sub-aquatique (Serna 2010). Il est donc nécessaire, en préambule à la recherche, de définir l'objet scientifique sur lequel nous avons travaillé. Cet état de l'art permettra par la suite de mieux définir les objectifs de l'étude, puis la méthodologie la plus adaptée. Si à l'échelle internationale les travaux géomorphologiques et archéologiques dans les vallées sont nombreux, les études géoarchéologiques en contexte de plaine alluviale sont en revanche plus restreintes. Il s'agit d'appréhender les interrelations entre les modalités d'installation, d'occupation et d'abandon des sites archéologiques et la succession des processus morphogénétiques à l'origine de la topographie actuelle. Si les facteurs politiques, sociaux et économiques sont des moteurs d'évolution culturelle, les mutations environnementales quant à elles sont des éléments déterminants dans la variabilité de l'occupation et à plus ou moins long terme de l'évolution

culturelle. La distinction entre les deux thématiques est donc nécessaire afin de distinguer les rythmes distincts d'évolution et leurs origines.

1.1. Évolution des hydrosystèmes depuis la fin du Pléniglaciaire

L'hydrosystème et la plaine alluviale sont des notions fondamentales dans notre étude sur l'évolution holocène de la plaine garonnaise. Il s'agit donc ici de définir les concepts qui ont guidé notre démarche et de préciser les limites de notre espace d'étude.

1.1.1. L'hydrosystème

A grande échelle, la plaine alluviale s'inscrit dans le concept d'« hydrosystème fluvial », théorisé à la fin des années 1960 par Lvovitch sous le terme « hydrogéographie » (Piéguy et Schumm 2003, Laganier et Arnaud-Fassetta 2009) et popularisé par Schumm (1977). Il s'agit d'une extension du concept de « système fluvial », mal adapté aux cours d'eau de grande ampleur, permettant d'appréhender les différents cycles bio-géochimiques dans leur globalité : *« Un des aspects de l'hydrogéographie est l'étude aussi bien des rapports entre les éléments du régime hydrologique que des interactions de ce dernier avec d'autres composantes de la nature : climat, sol, végétation, relief, structure géologique. L'étude de la genèse des phénomènes et des processus hydrologiques y est étroitement rattachée... »* (Lvovitch 1968, In Laganier et Arnaud-Fassetta 2009). L'hydrosystème est donc *« la portion de l'espace où, dans les trois dimensions, sont superposés les milieux de l'atmosphère, de la surface du sol et du sous-sol, à travers lesquels les flux hydriques sont soumis à des modes particuliers de circulation. L'hydrosystème est le siège, sous l'effet de l'eau, de transformations car, en toutes ses phases, le cycle de l'eau a d'étroits rapports avec d'autres cycles physiques, géochimiques et biologiques de l'environnement terrestre »* (Cosandey et al. 2003 In Laganier et Arnaud-Fassetta 2009). Outre les dimensions temporelles et longitudinales déjà acquises dans la notion de système fluvial, les perspectives latérales et verticales jouent un rôle important et influent davantage sur des paramètres environnementaux secondaires (richesse écologique, régénération de la ripisylve). Dans l'hydrosystème, la plaine constitue l'élément le plus actif, au sein duquel le stockage sédimentaire est particulièrement marqué. Le transit sédimentaire est un *« ... processus discontinu, caractérisé par de longues périodes de stockage entrecoupées de courtes et rapides phases de déplacement »* (Bravard et Petit 1997, p. 102). Ce phénomène se vérifie particulièrement dans les plaines alluviales, vastes espaces de dépôts où les sédiments sont immobilisés à court et moyen terme en attendant une reprise en charge par l'organisme fluvial. Ces reprises sont en parties inféodées au régime hydrologique. Les perspectives latérales et verticales de l'hydrosystème sont donc dépendantes des mécanismes de sédimentation. L'hydrosystème fournit donc un cadre spatial et conceptuel dans la restitution de l'environnement du cours d'eau, transposable ensuite à l'étude des interactions entre les sociétés et leur milieu.

1.1.2. La plaine alluviale

Comme cela vient d'être souligné, la plaine alluviale est une composante majeure de l'hydrosystème. Toutefois, la définition même de la plaine alluviale est dépendante du prisme disciplinaire par lequel elle est perçue et n'est pas univoque. Son caractère hétérogène à grande échelle, qui révèle une grande variété de formes à l'assemblage complexe (Brown, 1997) hérité à la fois des pratiques sociales et de la dynamique des milieux physiques (Arnaud-Fassetta et al. 2010),

est probablement responsable de cette ambiguïté. C'est pourquoi il nous est apparu essentiel de définir au préalable l'objet de ce travail, la plaine alluviale.

1.1.2.1. Définition

La plaine alluviale est, d'un point de vue topographique, un espace à faible pente, plus ou moins large et localisé en fond de vallée, comme l'indique son étymologie latine *plana*, qui signifie plan (Rey, dictionnaire historique de la langue française). Elle est limitée par des versants à pente plus forte et parfois bordée par les terrasses alluviales. Ces deux unités sont définies dans le cadre des approches hydrogéomorphologiques (Lambert 1982, Masson 1983, Garry *et al.* 2002, Ballais *et al.* 2011 ...) comme formant l'« encaissant ». Cependant, derrière cette homogénéité topographique peut se cacher une hétérogénéité des formes, des processus et des âges des formations, qui témoignent du fonctionnement actuel et passé de l'hydrosystème. L'adjectif alluvial renvoie quant à lui au mode d'édification de la plaine.

D'un point de vue géologique, la plaine alluviale est l'espace globalement « à accumulation » au cours du Postglaciaire. Il est généralement noté *Fz*, ce qui indique à la fois son mode d'édification dominant, la sédimentation fluviale, et son inscription dans la continuité chronologique des formations pléistocènes, les terrasses. Elle peut être subdivisée en sous unités (*Fz1*, *Fz2*,...). Suivant les vallées et les auteurs, ces subdivisions peuvent revêtir une dimension chronostratigraphique (la succession dans le temps de la mise en place de corps sédimentaires) ou uniquement fonctionnelle (seuils de réactivation lors des crues). Dans le premier cas, les sous-ensembles correspondent à des unités semi-étagées ou emboîtées, séparées les unes des autres par des discontinuités érosives (incisions). Les conditions géomorphologiques, le contexte géologique ou paléohydrologique et paléoclimatique sont des facteurs de contrôle de cet agencement géométrique. Cependant, ce découpage en sous unités peut également obéir à une logique « fonctionnelle », c'est-à-dire à un ensemble d'unités hydrogéomorphologiques. La logique de division en unités *Fz3*, *Fz2* et *Fz1* correspond alors à des niveaux d'inondation de la plaine qui coïncident respectivement avec le lit mineur, le lit moyen et le lit majeur exceptionnel. A la logique temporelle et chronologique se substitut alors une logique spatiale, celle du territoire des eaux dans la plaine. Dans la vallée de la Garonne, la subdivision des unités *Fz1*, *Fz2* et *Fz3* proposée par Cavaillé (1965, 1969) ou par Lambert (1989a, 1989b) est basée sur une telle logique de fonctionnement de la plaine alluviale. L'unité *Fz3* correspond ainsi à la « bassure », c'est à dire au lit mineur. Cet espace est occupé par les eaux comprises entre l'étiage et les hautes eaux annuelles. De la même manière, l'unité *Fz1* correspond à la « hauteur », c'est à dire au lit majeur exceptionnel recouvert par la crue de référence, ici la crue de 1875, qui s'est écoulé de bord à bord. Entre les deux s'insère un lit moyen, noté *Fz2*, qui peut être absent. Il correspond à l'espace occupé par les crues « ordinaires » (fréquence de retour inférieure à 10 ans). Ce découpage est compliqué par le fait que la définition du lit mineur n'est pas partagée par les hydrogéomorphologues et les hydrauliciens pour qui, le lit mineur correspond au lit majeur hydrogéomorphologique.

A travers ces définitions, il apparaît clairement que la plaine alluviale correspond aux secteurs fonctionnels de l'espace alluvial, c'est-à-dire envahis périodiquement par les eaux, et qu'elle s'oppose aux secteurs non fonctionnels qui correspondent à une « très basse terrasse ». Les premiers correspondent à la plaine alluviale *stricto sensu* et les seconds à la basse plaine. Cette dernière serait l'ensemble des formations d'origine alluviale mises en place au cours du postglaciaire (définition chronostratigraphique) et la plaine alluviale *sensu stricto* l'espace fonctionnel au sein de la basse plaine. Toutefois cette vision est simpliste car elle ne prend pas en compte les éventuelles variations

longitudinales des corps sédimentaires (*i.e.* le croisement des terrasses et le passage d'une forme étagée à une forme à l'aggradation) comme cela a été décrit sur la Garonne (Lambert 1989b, 1989c) ou sur le Rhin (Tricart 1990) notamment. Il n'existe donc pas de coïncidence entre découpage géomorphologique et chronostratigraphique.

Il faut donc opposer, ou au moins confronter les visions hydrogéomorphologiques (espaces fonctionnels), géologiques (chronostratigraphie) et hydrauliques. Fréquemment, on peut constater une bonne coïncidence entre lit majeur (exceptionnel) et *Fz1* ou *Fz*.

Ici, on adoptera une définition mixte : la plaine alluviale est l'ensemble des corps sédimentaires décrits en 3 dimensions, qui résultent d'une mise en place par des processus fluviaux ou péri-fluviaux au cours du postglaciaire. Il est en effet impossible de retenir une dimension fonctionnelle pour définir la plaine alluviale, du fait de la forte dépendance de ce critère aux transformations récentes du fonctionnement de la plaine sous contrôle anthropique ou de la variabilité climatique.

1.1.2.2. Les unités chronostratigraphiques

La plaine peut être envisagée comme une architecture alluviale, c'est à dire la combinaison entre une géométrie, une proportion et une distribution dans l'espace de faciès alluviaux dans leur succession (Allen 1978, Bridge et Tye 2000). Il s'agit donc d'un volume sédimentaire, limité par des surfaces remarquables.

La géométrie de la plaine alluviale est un corps sédimentaire limité à sa base par une incision généralement façonnée au cours du Pléniglaciaire supérieur ou Dernier Maximum Glaciaire (LGM, 27-19ka), mais qui peut être polygénique (cf. infra), et à son sommet par la topographie actuelle. D'un point de vue chronostratigraphique, ces deux surfaces sont de nature différente. La surface d'incision basale est fréquemment isochrone et marque le maximum érosif atteint au cours du DMG. C'est systématiquement le cas pour les plaines constituées de corps sédimentaires semi-emboîtés. Le cas de la ré-incision récente, qui marque dans de nombreux cours d'eau le *maxima maximorum* de l'incision postglaciaire fait alors exception. Dans le cas de terrasses semi-étagées, l'âge de l'incision basale peut être diachrone et le recouvrement l'est toujours. L'importance du recouvrement fini ou tardiglaciaire (tressage et/ou chenaux amalgamés) et de sa préservation est alors fondamentale. A l'inverse, la surface sommitale est généralement diachrone et résulte d'une mise en place polygénique. Cette différence apparaît clairement des travaux de Bravard *et alii* (2008) sur la vallée du Rhône, où la basse plaine se subdivise en unités à la fois fonctionnelles et chronologiques. Sur la carte proposée (figure 1), les espaces non-fonctionnels apparaissent en rouge et les auteurs indiquent que ces espaces sont « sortis » de la plaine alluviale fonctionnelle, pour des raisons génétiques ou liées aux aménagements. La basse terrasse holocène et quelques formations de plaine alluviale holocène font partie de cet ensemble. L'exhaussement du chenal peut toutefois rendre à nouveau vulnérables aux crues des secteurs longtemps déconnectés, comme l'encaissant qui sera alors intégré à l'emprise de la plaine alluviale. Ces formations holocènes côtoient des espaces fonctionnels immergés sous les crues fortes à faibles, illustrés en jaune. Ces espaces comprennent des zones d'aggradation anciennes, déconnectées du chenal et hétérochrone, ainsi que des unités diachroniques issues de la migration latérale d'un chenal unique. Les cinq phases d'édification sont essentiellement postérieures à 5000 BP. Les espaces fonctionnels concernent également la bande active. Elle se présente sous la même forme que les unités de migration du chenal, avec cinq séquences chronologiques d'édification médiévales et modernes. L'hétérochronie sommitale de la plaine alluviale est donc bien représentée sur le Rhône, et peut être transposée à l'ensemble des

cours d'eau. Seuls l'échelle temporelle et le nombre d'unités varient alors en fonction de la dynamique alluviale et de la morphologie de l'encaissant.

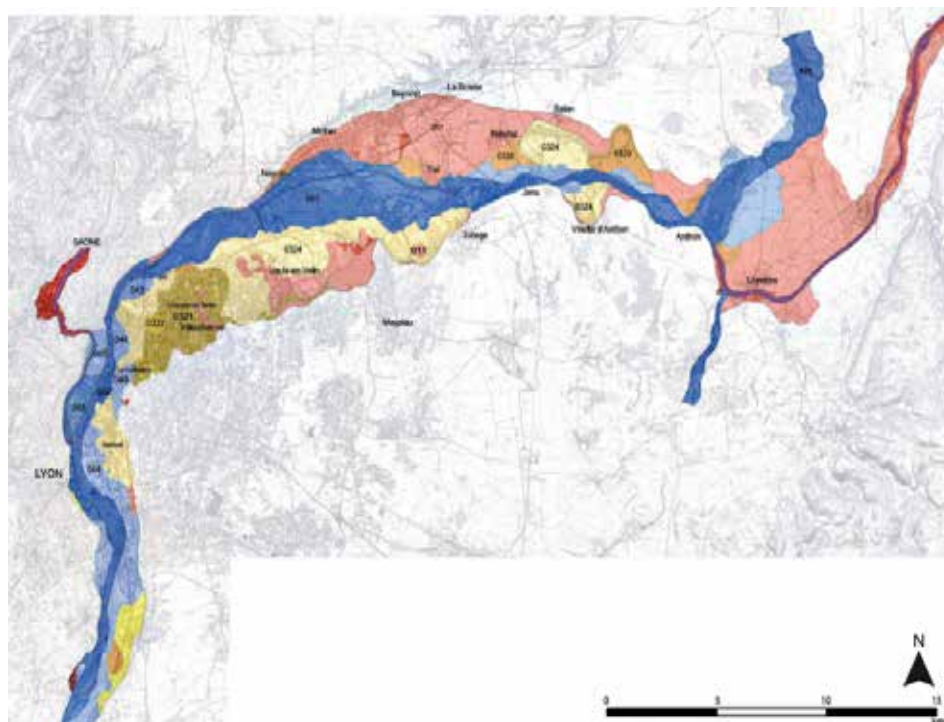


Figure 1 : Atlas du paléo-environnement de la plaine alluviale du Rhône entre les Alpes et Valence (Bravard et al. 2008)

L'organisation interne du corps sédimentaire est contrôlée par de nombreux facteurs (Gouw 2007). Le plus important est l'espace disponible qui détermine *pro parte* le rapport entre aggradation verticale, migration latérale du système fluvial et architecture des corps sédimentaires, *i.e.* la part et l'organisation des faciès de chenaux et des faciès de plaine alluviale (Makaske 2001).

1.1.2.3. Les unités fonctionnelles

Si les unités chronostratigraphiques ont été définies précédemment, il convient également de préciser les caractéristiques des unités fonctionnelles, dont l'emprise varie selon les cours d'eau. La plaine alluviale est constituée de trois ensembles, entièrement interconnectés par le réseau hydrographique.

Le lit mineur constitue l'entité morphologique dont l'emprise est la plus réduite, correspondant au chenal en eau entre l'étiage et le module régulier (Malavoi et Bravard 2010). Le chenal est alors relativement étroit et profond, rectiligne ou sinueux, et surtout marqué par un faible volume de charge de fond en raison de sa faible capacité de transport (Bravard *et al.* 2008). La profondeur du lit mineur calibre la hauteur de crue et l'espace submergé dans le reste de la plaine alluviale. Cette unité morphologique est plus facilement déterminée dans le cas de cours d'eau méandrique, plus difficilement dans le cas des cours d'eau en tresse.

Plus large, la seconde entité correspond à la bande active, également désignée sous le terme « lit moyen ». Il s'agit de la zone couverte par le cours d'eau entre l'étiage et la crue à plein bord (Malavoi et Bravard 2010), espace soumis à des remaniements à récurrence annuelle, et présentant des bancs alluviaux à végétation très limitée (Derruau 2004). Ce secteur correspond à la plus importante zone de stockage de la charge de fond en transit à l'échelle pluri-décennale. Cette unité est souvent

associée à une morphologie en tresse, où l'accumulation multiséculaire de la charge de fond excédentaire entraîne l'exhaussement et l'élargissement de la bande active.

La troisième unité est désignée comme le lit majeur (terme hydrologique) ou plaine alluviale (terme géologique et géomorphologique). Elle équivaut globalement à l'extension maximale de la crue centennale (Derruau 2004, Malavoi et Bravard 2010). Plus complexe que les unités précédentes, elle se divise en deux sous-unités, le « lit majeur » ou « lit majeur ordinaire » pour la première et « lit majeur exceptionnel » pour la seconde. De même, dans un souci de clarification terminologique, le terme « plaine alluviale » désignera l'association du lit mineur, la bande active, le lit majeur et le lit majeur exceptionnel. Le terme de « basse plaine » désignera quant à lui les unités génétiquement reliées à la plaine alluviale mais hors d'eau. L'ensemble de ces unités forme un complexe écologique dont les entités sont reliées par des flux hydrauliques et sédimentaires et dont le fonctionnement est le résultat de l'association de facteurs morphologiques, sédimentologiques, hydrauliques, climatiques, hydrologiques et diachroniques (Bravard 1996, Knighton 1998, Piégay et Schumm 2003, Ballais *et al.* 2005, Salvador *et al.* 2009). Le lit majeur correspond à l'espace à récurrence inondable forte à faible (Bravard *et al.* 2008), soit décennale à bi-centennale, en bordure de la bande active d'un chenal unique ou en tresse. Le lit majeur exceptionnel correspond à l'espace submergé par la crue centennale de référence. Son emprise latérale dépend de plusieurs paramètres, comme la morphologie du cours d'eau, de la plaine alluviale et de la dynamique fluviale. Les unités fonctionnelles sont donc partiellement indépendantes des unités chronostratigraphiques de la plaine alluviale, même si leur géométrie influence leur fréquence de submersion.

1.1.2.4. Une chronologie exclusivement holocène ?

Ces unités géomorphologiques aujourd'hui insubmersibles dans le lit majeur exceptionnel posent la question de leur origine et de leur évolution : la plaine alluviale est-elle une formation exclusivement holocène ou bien incorpore-t-elle des éléments plus anciens ? La construction d'une terrasse alluviale résulte de la formation d'une nouvelle plaine alluviale active à un niveau inférieur à la précédente, la déconnectant de la dynamique fluviale, par un processus d'incision sous l'action de divers facteurs : activité tectonique, climat, modification du niveau de base... (Waters 1992, Brown 1997, Miall 2006, Bridgland et Westaway 2008, Cordier et Bridgland 2013). Les grandes terrasses alluviales actuellement identifiées dans les vallées datent du Pléistocène. L'espace dévolu à la dynamique fluviale holocène est le résultat d'une importante incision à la charnière du Pléniglaciaire/début du Tardiglaciaire, antérieure aux premiers niveaux du plancher alluvial (Pastre *et al.* 1997, 2002, Garcin *et al.* 1999, Carcaud et Garcin 2001, Carcaud *et al.* 2002, Cubizolles et Georges 2002, Arnaud-Fassetta *et al.* 2010). La chronologie de l'incision est fixée au Bölling dans la vallée du Rhône et dans le Bassin Parisien, mais son extrapolation à l'ensemble du territoire reste délicate. Ces formations pléistocènes sont individualisées dans le paysage par des talus plus ou moins importants, localement absents, conduisant parfois localement à l'enfouissement de la dernière terrasse sous les alluvions modernes dans deux cas de figure :

- si la pente de la terrasse est plus forte que celle de la plaine alluviale ;
- lors de l'effet conjoint d'un exhaussement important de la plaine alluviale et du chenal et d'une faible incision de la terrasse, dont la hauteur détermine la récurrence des submersions (Waters 1992, Brown 1997, Bravard *et al.* 2008).

Les unités morphologiques pléistocènes les plus récentes sont alors recouvertes sous une couverture variable d'alluvions holocènes, les rendant indétectables à la lecture du paysage ou par documents cartographiques (Bravard et Petit 1997), comme cela a pu être observé sur le tronçon moyen du Rhône (Berger 2003), sur la Loire (Castanet 2008) et proposé pour la Garonne (Lambert 1989a, c). Les

variations altitudinales des talus peuvent ponctuellement faire apparaître des lambeaux discontinus de terrasse en bordure de la plaine alluviale. Ces phénomènes semblent relativement fréquents en Europe (Brown 1997) et notamment sur des grands cours d'eau français comme le Rhône (Van der Leuw *et al.* 2003, Bravard *et al.* 2008, Berger 2011) ou la Loire (Garcin *et al.* 1999, Carcaud et Garcin 2001, Carcaud *et al.* 2002, Castanet 2008). Le recouvrement holocène se produit fréquemment sur les terrasses würmiennes dans les sections moyennes de ces cours d'eau, repoussant les limites de la plaine alluviale à l'aplomb des reliques rissiennes, mais également plus en amont. Ainsi, dans le bassin du Forez, en amont de la vallée de la Loire, la surface würmienne n'a pas été mise en terrasse et a servi de support à des chenaux actifs durant l'Holocène et jusque très récemment (Cubizolle et Georges 2002). Il apparaît donc erroné de définir l'espace de la plaine alluviale par rapport à l'emprise de l'incision glaciaire/post-glaciaire et au remplissage holocène, surtout dans les régions tempérées où les grands cours d'eau montrent régulièrement des signes d'enfouissement de la terrasse la plus récente. De même, l'attribution à la dernière période glaciaire de toutes les basses ou très basses terrasses ne peut être envisagée, de par le jeu continu durant l'Holocène des processus d'aggradation/incision, ayant pu isoler les secteurs les plus éloignés du chenal actif aujourd'hui.

Pour conclure, une définition géographique de plaine alluviale est fortement inféodée à la nature et la forme de l'encaissant Pléistocène, tandis que sa morphologie résulte de la combinaison des différents facteurs de forçage externes, à la fois climatiques et anthropiques. Au cours de l'Holocène, cet assemblage a subi une évolution pluri-millénaire marquée par des seuils (Magny 1995). La définition de ces rythmes, en préambule à notre étude et à différentes échelles, est une composante indispensable pour la compréhension et la comparaison ultérieure des données obtenues sur la Garonne.

1.1.3. Chronologie des dynamiques alluviales holocènes

Les changements intervenus dans les basses plaines alluviales au cours du post-glaciaire ont fortement influencé les dynamiques de peuplement et les mises en valeur de ces territoires. Rétroactivement, ces occupations ont probablement impacté le fonctionnement des hydrosystèmes alluviaux. Alors, dans quelle mesure les dynamiques alluviales ont-elles influencé les installations dans les plaines depuis la fin du Tardiglaciaire ? A partir de quel moment les forçages anthropiques semblent-ils se superposer ou se substituer aux forçages climatiques dans la dynamique alluviale ? Comment répondent les plaines à l'anthropisation croissante ?

L'objectif ici est de proposer un cadre chronologique d'évolution des hydrosystèmes à différentes échelles spatiales et d'identifier des phases d'évolution synchrones et asynchrones. Leur confrontation avec les rythmes d'évolution du peuplement de ces mêmes vallées permet d'envisager des co-évolutions. Le cadre proposé servira également à replacer la dynamique de la Garonne dans un contexte plus large. Cet état des connaissances est proposé à trois échelles spatiales : globale, européenne et nationale. Seules les deux dernières seront utilisées pour la comparaison avec la Garonne.

1.1.3.1. A l'échelle globale

Si une revue exhaustive sur l'évolution holocène des fleuves à l'échelle globale est une gageure, une revue partielle à partir des grands cours d'eau (figure 2) permettra de contextualiser notre recherche à plus grande échelle, afin de mieux cerner les rythmes généraux d'évolution des systèmes fluviaux. Il est toutefois difficile d'obtenir sur de nombreux bassins une chronologie qui couvre l'intégralité de l'Holocène.



1- Colorado. 2- Mississippi. 3- Amazone. 4- Nil. 5- Ebre. 6- Loire. 7- Seine. 8- Rhin. 9- Rhône. 10- Pô. 11- Danube. 12- Vistule. 13- Dniepr. 14- Volga. 15- Indus. 16- Gange. 17- Yang Tsé. 18. Huang Hé

Figure 2: Localisation des fleuves mentionnés dans le texte

En Amérique du Sud, les recherches sont plutôt axées sur les données ethnographiques ou archéologiques récentes, où le fleuve est un élément du paysage sans impact direct sur les populations. En revanche, l'environnement global amazonien a longtemps été considéré comme un frein à tout développement sociétal et culturel (German 2003), suite notamment aux travaux de Meggers (1971 *In* German 2003) qui identifient des facteurs environnementaux limitant le développement culturel et des moyens de subsistance. Depuis, cette idée a été remise en question à plusieurs reprises et les populations semblent bien s'être adaptées aux contraintes naturelles en modifiant leur environnement (Balée 1989, 1998, Posey 1985, 1998 *In* German 2003). Ces nouvelles perspectives de recherches pourraient introduire de nouveaux travaux et l'élaboration d'une chronologie alluviale sur l'Amazonie en relation avec les occupations humaines.

En Amérique du Nord, en milieu semi-aride, entre la confluence du Little Colorado River et le lac Mead, le Colorado est perturbé par les profondes modifications liées au barrage de Glen Canyon (Draut *et al.* 2005, 2007, 2008). Des apports éoliens sont observés à la fois sur les reliefs et en contrebas des versants de la vallée (Madole 1995, Draut *et al.* 2005, 2008), lors de trois grandes phases : au cours de la transition Pléistocène/Holocène, durant la transition entre les premier et second Holocène et au cours du dernier millénaire. Dans la plaine alluviale, l'ampleur des crues, elles-mêmes inféodées aux variations climatiques, contribue à la formation de paliers alluviaux holocènes (Perroy *et al.* 2012). Entre 500 et 1000 AD, l'aggradation sédimentaire est marquée par une succession d'alluvions, colluvions et d'apports éoliens, identifiés dans la stratigraphie des sites de Lower Confluence et de Palisades par un épais niveau de sédiments fluviaux qui scinde en deux phases les occupations Pueblo II (1000-1150 AD) et recouvre l'ensemble des installations (Anderson et Neff 2011). Les datations dendrochronologiques obtenues sur le site de Lee Ferry confirment ces résultats, avec une intensification de l'activité hydrosédimentaire entre 1072 et 1130 AD, des débits très élevés en 1080, 1084, 1087 AD puis entre 1115 et 1117 AD, et encadré par des phases de faible débit interprétées par Meko *et alii* comme des phases de *sécheresse hydrologique médiévale* (Meko *et al.* 2007, Anderson et Neff 2011).

A l'est, dans le bassin du Mississippi, la diminution des flux solides et liquides, tempérée par les lacs proglaciaires, favorise autour 10500 BP la transition vers un style fluvial hybride entre le tressage

et le méandrage (*island-braided*) bien que le dépôt de matériaux grossiers reste important (Bettis III *et al.* 2008, Kesel 2008). Dans le haut bassin, la première partie du Premier Holocène est marquée par une dynamique générale d'érosion et de transport de matériaux sédimentaires dans les petites vallées affluentes, stockés dans la plaine du Mississippi et associés à des cônes de déjection au niveau des confluences, des avulsions et la migration du chenal principal. Une stabilisation est observée vers 7000 BP, mais les zones de confluence restent instables, en particulier celle du Missouri (Bettis III *et al.* 2008). Dans ce contexte sédimentaire relativement homogène, quatre hiatus résultant de fortes crues ont été identifiés et datés à 8000, 7500, 6000 et 4500 BP (Knox 1983, Bettis III *et al.* 2008). Le Second Holocène est associé à une reprise de l'aggradation dans les vallées affluentes du Mississippi et du Missouri et de façon plus épisodique dans la vallée principale. Là aussi des hiatus sédimentaires sont décrits entre 2000 et 1800 BP et vers 800 BP et des phases de stabilité/pédogénèse à 4100-3500, 1800-1700, 900-800 BP. A partir de 3000 BP, la diminution des flux solides entraîne l'incision des cônes de déjection formés aux confluences par les chenaux secondaires et la stabilisation du colluvionnement, tandis qu'une reprise des crues débordantes enfouit les niveaux post-7000 BP jusque dans les vallées adjacentes (Knox 1999). L'intensification du régime des crues est matérialisée par la réactivation du *island-braided* et l'aménagement du fleuve entre 1100 et 0 BP.

Dans la basse vallée du Mississippi, six phases successives ont été identifiées au cours de l'Holocène, dont les deux premières restent encore mal définies (Fisk 1944, Frazier 1967, Saucier 1994 In Kidder 1996, Haag 1996, Kidder 1996, Hudson *et al.* 2008, Kesel 2008, Kidder *et al.* 2008, Sherwood et Kidder 2011). Dans ce secteur, la transition entre tressage et méandrage est plus précoce (12900-11200 BP) que dans le haut bassin. Le Premier Holocène reste encore mal défini mais la tendance générale est à l'aggradation sédimentaire rapide des plaines alluviales jusque vers 6000-5900 BP (Kidder *et al.* 2008). La remontée marine favorise les dépôts lacustres et les avulsions entre 10000 et 7000 BP environ. Puis, l'accumulation de dépôts fins de débordement en marge du chenal restreint la migration latérale et contribue à la multiplication des chenaux (Kesel 2008). Entre 6000 et 4800 BP (stade 4), la première grande migration latérale de l'intégralité du chenal à l'ouest de la vallée est synchrone d'une diminution des flux solides et liquides malgré une récurrence plutôt stable des crues débordantes (Kidder *et al.* 2008). Durant le stade 3 (4800-3800 BP) s'accumule un épais niveau de matériaux fins, associé à l'avulsion de plusieurs chenaux, mais également d'une recrudescence des crues débordantes. Il est daté sur le site de Nolan, à la base par le recouvrement d'un niveau d'occupation estimée à 4800 BP tandis que le terminus post-quem est fixé à 3900 cal BP par datation radiocarbone de la base du niveau postérieur. Au stade 2 (3800-2500 BP), une nouvelle avulsion du Mississippi provoque une migration générale du chenal à l'est de la plaine alluviale, phénomène perceptible dans de nombreux bassins affluents, notamment le bassin du Tensas alors déconnecté et isolé, et associé au dépôt d'importantes nappes sédimentaires. L'occupation reste dense mais spatialement discontinue dans la plaine alluviale entre 3800 et 3000 BP, avant une nouvelle séquence de crues importantes, de transformations du paysage et de mutations culturelles durant 500 ans environ. A partir de 2500 BP (stade 1), la mise en place du chenal unique contribue à l'expansion pérenne de l'occupation, dont les vestiges sont encore perceptibles aujourd'hui sur les levées adjacentes au chenal et les témoignages moderne dans l'ensemble de la plaine. Entre 1000 et 800 BP, la transition brutale entre la culture du Late Woodland et du Mississippi est synchrone d'une reprise de l'aggradation matérialisée par des apports importants de matériaux fins de débordement, limités géographiquement et sans impacts majeurs sur la morphologie du chenal ou le régime du fleuve.

En Asie, le Yang Tsé offre la plus large chronologie holocène en raison de sa position géographique stratégique (Zhu *et al.* 1997, Wu *et al.* 2012), mais c'est surtout le delta qui a le plus

largement bénéficié de ces travaux. L'érosion semble avoir été dominante à la fin du Tardiglaciaire/début de l'Holocène, engendrant localement des discordances stratigraphiques sous l'incision profonde des plaines (Tao *et al.* 2006, Atahan *et al.* 2008, Wang *et al.* 2008). Dans les plaines de Jiangnan et Dongting, dans la moyenne vallée du Yang Tsé, le Premier Holocène est mal représenté dans le premier cas (2m entre 10000 et 7000 BP) et absent 7500 BP dans le second (Wang *et al.* 2008). En revanche, la vitesse de sédimentation moyenne entre 7000 et 4000 BP atteint 10m.k.a^{-1} à Jiangnan ($1,7\text{m.k.a}^{-1}$ à Dongting) et semble constituer le secteur d'accumulation majeur durant cette période. La tendance s'équilibre durant les deux millénaires suivants avec des vitesses de 3m.k.a^{-1} en moyenne, mais la plaine de Dongting et le lac Poyang sont les zones d'accumulation privilégiées. Cependant, à partir de 5900 BP, les matériaux très fins sont remobilisés et participent activement à l'aggradation et la progradation dans le delta (Wang *et al.* 2010). Globalement, la dynamique sédimentaire des plaines alluviales en amont montre une évolution divisée en quatre séquences (10000-7000 BP, 7000-4000 BP, 4000-2000 BP, 2000-présent) mais dont les facteurs de contrôle restent encore mal définis.

Sur le cours du Huang Hé, la plaine alluviale Holocène du tronçon moyen est marquée par un développement faible, voire une absence, et limitée par des terrasses de faible amplitude (Zhang *et al.* 2011). Dans la vallée de la rivière affluente Qishuihe, la stratigraphie en bordure de la plaine montre une série de cinq niveaux de débordement au sein d'un luvisol daté entre 8500 et 3200 BP, lui-même recouvert par des loess postérieurs à 3000 BP (Huang *et al.* 2011). Sur la terrasse alluviale, l'absence de crue antérieure à 4300 BP permet l'accumulation de loess et la pédogénèse en bordure du chenal. Quatre épisodes de dépôt sont référencés entre 4300 et 4000 BP, synchrones de la péjoration climatique identifiée en Asie entre 4200 et 4000 BP, puis une cinquième entre 3200 et 3000 BP, lors du passage d'un climat humide à mousson à des conditions plus sèches vers 3200-3000 BP. A partir de 3000 BP, le taux de sédimentation augmente fortement dans le bassin du Huang Hé, en réponse à l'expansion de l'agriculture et la déforestation (Ta *et al.* 2002).

Ce phénomène, longtemps extrapolé aux grands cours d'eau voisins comme le Yang Tsé et le Mékong, se révèle géographiquement restreint en Asie du sud-est. En revanche, le Gange présente une augmentation des flux solides synchrone de celle du Huang Hé (Kale 2007, Pati *et al.* 2011), avec une aggradation rapide à la fois dans la moyenne vallée (Roy *et al.* 2012) mais également dans le delta où une dizaine de mètres de sédiments sont postérieurs à 3000 BP (Sinha et Sarkar 2009). Cette tendance est toutefois difficile à interpréter en raison de forçages potentiels d'origine tectonique en raison de sa proximité avec la chaîne himalayenne mais également à la sensibilité de l'hydrosystème à la variabilité du rythme de la mousson. Jusqu'au début de l'Holocène, l'ensemble du bassin du Gange est marqué par une sédimentation polyphasée rapide (Sinha *et al.* 2005, 2007, Kale 2007, Sinha et Sarkar 2009, Pati *et al.* 2011, Roy *et al.* 2012) dont la dernière est datée de 9800-9000 BP (Kale 2007). La transition postérieure vers des conditions climatiques plus sèches mais également associée à des perturbations tectoniques entraîne une importante séquence d'incision touchant l'ensemble de la vallée du Gange entre 9000 et 4000/3600 BP environ (Sinha *et al.* 2005, 2007, Kale 2007, Sinha et Sarkar 2009, Pati *et al.* 2011, Roy *et al.* 2012). Dans la moyenne vallée, cette grande période de creusement est scindée en deux phases d'incision à 6000 et 4000 BP. Elles sont associées à une surreprésentation de chenaux abandonnés, à une succession latérale brutale entre des dépôts post-3000 BP et des niveaux antérieurs, ainsi que le recouvrement des niveaux pléniglaciaires (MIS 2/3) par les dépôts post-3000 BP (Roy *et al.* 2012). L'aggradation reprend ensuite entre 3600 et 2800 BP, puis entre 1100 et 900 BP dans le bassin du Gange, tandis que le delta connaît une aggradation très importante, avec plus de 100m de dépôts holocènes enregistrés (Sinha et Sarkar 2009).

Dans le haut bassin de l'Indus, la tendance régionale est également marquée par une forte incision des plaines alluviales holocène et un écoulement sous les niveaux généraux des plaines, résultant à la fois de forçages climatiques et tectoniques (Schuldenrein *et al.* 2004). Dans la plaine du

Bari Doab, en dépit d'une forte incision holocène, le paysage quaternaire reste peu individualisé avec des terrasses pléistocènes fréquemment marquées par des talus inférieurs à deux mètres. L'alluvionnement diminue drastiquement vers 10000 BP environ, suivi par la formation d'un premier sol entre 10000 et 7000 BP, qui reste à l'heure actuelle mal calé chronologiquement. Le chenal est toujours en activité dans la plaine alluviale mais l'incision le rend peu actif. Entre 7000 et 6000 BP, on note une dessiccation progressive avec un nouvel apport loessique dans la plaine, une réduction des zones alluvionnées et une reprise de l'incision, permettant la formation d'un nouveau niveau de sol entre 7000 et 4000 BP. Après 4000 BP, la reprise de l'activité hydrosédimentaire est marquée par des avulsions, une migration du chenal d'environ 20 km vers l'ouest et la formation concentrique de sols de plus en plus récents autour du chenal.

En Afrique de l'Est, l'Holocène ancien (10000-7000 BP) du Nil est marqué par des conditions climatiques plus humides, initiées durant le Tardiglaciaire (Woodward *et al.* 2007) et associées à une série de fortes crues sur le Nil Blanc à 14700-13100, 9700-9000, 7900-7600 BP matérialisés par des formations sableuses de haute énergie et d'argiles coquillées (Williams 2009). Plus ponctuellement, des niveaux de crue de 3m supérieurs aux niveaux maximaux actuels ont été datés entre 8500 et 8000 BP (Nicoll 2004). Des datations similaires ont été obtenues sur le Nil Bleu à 13900-13200, 8600, 7700 (Williams 2009), et en aval de la confluence Nil Bleu/Blanc à 14500-12000 BP (Butzer 1980 In Williams 2009). Sur ce dernier, des épisodes d'avulsion ont été observés et datés à 13500-12900, 9000-8400 et vers 8000 BP (*supra*), tandis que plus au nord, dans les environs de Karnak, des processus éoliens sont associés à une dynamique alluviale intermittente entraînant l'accumulation de matériaux alluviaux grossiers qui, forment d'important cônes détritiques sans datation plus précise (Ghilardi et Boraik 2011). Vers 6500 BP, le basculement vers un climat semi-aride réduit le débit du fleuve et modifie le peuplement dans la plaine alluviale jusque vers 4000 BP environ (Nicoll 2004, Ghilardi et Boraik 2011, Ghilardi et Tristant 2012). Cet assèchement limite les hauts niveaux de crues, avec seulement une occurrence sur le Nil Blanc et Bleu vers 6300 BP. Au niveau de la 3^{ème} cataracte, plusieurs paléochenaux sont datés en deux séquences, à 7500-5700 BP et 4500-3500 BP (Williams 2009). Parallèlement la viabilité des flux solides reste importante, notamment à Karnak jusque vers 5000 BP avec la remobilisation de matériaux éoliens et alluviaux antérieurs (Ghilardi et Boraik 2011). A partir de 4200 BP, les flux sédimentaires augmentent sur le cours principal du Nil (Ghilardi et Boraik 2011), tandis que le delta montre une importante diminution des sédiments issus du Nil Blanc (Krom *et al.* 2002, Stanley *et al.* 2003 cités In Williams 2009). Entre 4200 BP et l'Actuel, une nouvelle phase d'alluvionnement se forme dans le secteur de la 3^{ème} cataracte vers 3100-2800 BP puis vers 500 BP (Williams 2009), tandis que deux périodes de fortes crues ont été identifiées vers 1450 BP et 300-150 BP dans les environs de Karnak (Ghilardi et Boraik 2011). Les conditions climatiques actuelles semblent se mettre en place vers 2700 BP (Ghilardi et Tristan 2012). Globalement, les périodes de hautes eaux et de crues sont synchrones sur l'ensemble du long cours d'eau. En dépit de crues annuelles récurrentes, l'incision de plaine alluviale du Nil bleu est d'environ 10m depuis 15000 BP et 4m depuis 8000 BP, générant l'incision de la plaine alluviale du Nil Blanc d'environ 4m depuis 15000 BP et 2m depuis 8000 BP (Williams 2009). Les conséquences sur le peuplement de la vallée seront évoquées lors de l'analyse des rythmes de l'occupation (cf. §1.2.2.1.).

En Europe de l'Est, la caractérisation fluviale de la transition Tardiglaciaire/Holocène est bien documentée, notamment sur la Vistule (Starkel 2002a, Notebaert et Verstraeten 2010). Dans le haut bassin, en aval de Cracovie, l'association d'un paléochenal, à stratifications entrecroisés de sables et de graviers, daté à 10630±190 BP et d'un point-bar daté à 9330±180 BP (Starkel 2002a) calent la transition tressage-méandrage à la fin du Dryas récent, tandis que débute le comblement des chenaux abandonnés (Sidorchuk *et al.* 2001). La coexistence de chenaux tressés et méandriformes

reste cependant probable entre le Bølling et l'Allerød. Au début de l'Holocène, un niveau de boues organiques est ponctuellement identifié dans le bassin de la Vistule, datées à 10050 ± 170 BP à Wielkie Bloto (Starkel 2002a). Elles sont recouvertes d'un niveau de craies lacustres puis de tourbes vers 9250 ± 70 BP. La stabilisation et la diminution du nombre de paléoméandres, associées au rétrécissement de la bande active et à de faibles débits de crues, sont à rapprocher du réchauffement climatique ainsi que de la diminution des fluctuations saisonnières du ruissellement et de la charge sédimentaire. Ce modèle perdure jusqu'au début de l'Atlantique (Starkel 2002b). A partir de 8500 BP, neuf phases d'intensification de l'activité hydrosédimentaire ont été identifiées à la fois dans le bassin de la Vistule, la Volga et le Dniepr, mais également à l'échelle de l'Europe de l'Est : 8500-7800 BP, 6600-6000 BP, 5500-4900 BP, 4500-4000 BP, 3500-3000 BP, 2800-2600 BP, 2350-1800 BP, 900-1100 AD, 1400-1800 AD (Starkel 2002b, Kalicki *et al.* 2008, Notebaert et Verstraeten 2010). Dans le bassin de la Vistule, la première (8500-7800 BP) est marquée par une augmentation de la fréquence des crues, une baisse de la sinuosité, une tendance au tressage et des avulsions plus fréquentes (Starkel 2002b). Après une baisse des nappes phréatiques, la séquence suivante (6600-6000 BP) se distingue par une nouvelle aggradation de la plaine alluviale, la migration et l'élargissement du chenal (Notebaert et Verstraeten 2010). Entre 5500 et 4900 BP, une nouvelle baisse de la sinuosité, associée à l'abandon de nombreux méandres, est identifiée, tandis que la phase postérieure (4500-4000 BP) est matérialisée par de nouvelles avulsions, la migration du chenal et l'accumulation de troncs subfossiles de chênes (Kalicki et Krapić 1995). Entre ces deux séquences, le passage de dépôts organiques à limoneux est attribué à des altérations anthropiques non précisées (Notebaert et Verstraeten 2010). A partir de 3500 BP dans la plaine de la Vistule, l'augmentation du niveau des nappes phréatiques durant 500 ans environ déclenche une accumulation tourbeuse sous influence anthropique. Au cours de l'âge du Fer et de l'Antiquité (2350-1800 BP), la dynamique générale passe à l'aggradation, associée à une hausse de l'activité hydrosédimentaire. Des phénomènes similaires sont observés sur la Volga, avec forte augmentation des flux liquides entre 2100 et 1700 BP (Leroy *et al.* 2007). Jusque vers 1000 BP, l'aggradation de la plaine de la Vistule est très faible, mais on note une phase d'érosion des berges entre 1400 et 1300 BP (Notebaert et Verstraeten 2010). Enfin, les deux dernières séquences (900-1100 BP et 150-550 BP) montrent une tendance au tressage du chenal ainsi qu'une augmentation de l'amplitude des crues et une modification des flux sédimentaires en raison de l'impact anthropique sur la plaine alluviale. Soumis à un paramètre tectonique supplémentaire, le cours du Dniepr offre une diversité stratigraphique importante mais une moindre variabilité hydrosédimentaire (5500-5000, 2100, 1000 BP) (Kalicki *et al.* 2008). Au cours du Boréal, la dynamique d'accrétion des berges augmente, avant une période d'incision postérieure qui entraîne, dès la transition Tardiglaciaire/Holocène, des phases distinctes de drainage et de dessiccation à 10170 ± 170 , 9970 ± 560 et 9640 ± 160 BP. Elles limitent l'accrétion horizontale en bordure du chenal puis la pédogénèse des niveaux supérieurs au cours de l'Atlantique. Ces derniers présentent une couverture polyphasée : les plus bas niveaux sont enfouis entre 5040 et 2130 BP, les plus hauts jusqu'à 940 BP. Cela implique une hausse de l'amplitude des crues débordantes, marquée par un important apport sablo-limoneux à 5450 ± 170 (Kalicki *et al.* 2008) puis un second aux alentours de 4300 BP (Notebaert et Verstraeten 2010). Une nouvelle hausse de la dynamique hydrosédimentaire est perceptible à partir de 950 BP, recouvrant alors les dernières zones d'affleurement du sol atlantique par des dépôts de crues limono-sableux localement supérieurs à 1m.

A l'échelle globale, l'évolution hydrogéomorphologique des grands fleuves semble, indépendamment de leur appartenance à des zones bioclimatiques distinctes, marquées par des phases de rupture similaire au cours du postglaciaire. Ainsi, les ruptures vers 8200-8000, 5000 et 4000 BP semblent assez largement ubiquistes. Elles sont généralement interprétées comme le

résultat d'un forçage climatique pouvant prendre des formes différentes. A partir de 2000 BP, le poids des perturbations anthropiques semble s'accroître, avec toutefois là aussi, une forte variabilité spatiale.

1.1.3.2. A l'échelle ouest-européenne

Retracer l'histoire géomorphologique des cours d'eau ouest-européen permet de resserrer le cadre spatial et de préciser des rythmes sédimentaires holocènes susceptibles d'être également identifiés sur la Garonne. Le Rhin, le Pô et l'Ebre constituent des entités comparables à la Garonne. Face à ces grands fleuves européens, la Garonne pourrait paraître modeste. Cependant elle présente, en comparaison avec les autres fleuves évoqués ici (tableau 1), un débit modeste mais un dénivelé plus important.

	Longueur (L)	Superficie du bassin versant (km ²)	Dénivelé (dH)	Débit (Q) à l'embouchure
Rhin	1230	185000	2346	2300
Loire	1012	117000	1408	931
Ebre	928	85550	1980	426
Rhône	812	95590	2209	1690
Seine	777	78650	446	563
Pô	652	71057	2022	1560
Garonne	600	56000	3404	650

Tableau 1: Comparatif des données hydrologiques des fleuves ouest-européens

Le bassin versant du Rhin est plus de trois fois celui de la Garonne et l'extension de son bassin versant implique un vaste éventail de dynamiques hydrosédimentaires inhérent à son très long tracé au travers de l'Europe nord-occidentale, depuis les zones alpines jusqu'à la Mer du Nord. L'Ebre quant à lui draine le nord-est de la péninsule ibérique et est marqué par un environnement sec peu propice à de forts débits, comme le prouve son module à l'embouchure plus faible que la Garonne. Enfin le Pô, qui draine le nord de l'Italie d'Ouest en Est, montre des valeurs de surface et de longueur comparables à ceux de la Garonne, avec toutefois un module à l'embouchure plus de deux fois supérieur. La diversité des régimes hydrologiques et climatiques ainsi que la forte variabilité de leur bassin versant respectif sont autant de facteurs qui favorisent une hétérogénéité des réponses sédimentaires au cours de l'Holocène de ces cours d'eau.

1.1.3.2.1. Le Rhin

Dans le cas du Rhin, la longueur du cours et l'importante superficie du bassin versant ont interdit toute analyse exhaustive dans le cas présent. Seule la plaine alluviale située dans le territoire français et partiellement allemand sera évoquée ici.

Les données disponibles sur ce bassin, bien que lacunaires, révèlent une chronologie relativement bien définie depuis le Tardiglaciaire, puis entre l'âge du Bronze et le Haut Moyen-âge, dans un environnement fluvial à fort potentiel de mobilité (Vigreux *et al.* 2012).

Dans le fossé rhénan supérieur, à proximité du volcan Kaiserstuhl, les premiers niveaux tardiglaciaires sont identifiés par des formations éoliennes et fluviales datées entre 16000 BP et 11600 BP, respectivement dans les gravières de Knobel et Wyhlen. Elles marquent les limites chronologiques d'une phase d'érosion-accumulation (Lämmermann-Barthel *et al.* 2009). Dans la

gravière de Wyhlen, un important hiatus chronologique est attesté entre le Dryas récent et l'Antiquité. Il est interprété en termes d'érosion intense et continue.

Dans la plaine alluviale du Rhin *sensu stricto*, les données sont absentes jusqu'au Subboréal mais la vallée affluente du Giessen est marquée par de larges chenaux peu profonds remaniant les cônes de déjection tardiglaciaires (Vigreur *et al.* 2011). Datés du Boréal, de l'Atlantique et du Subboréal, ces chenaux montrent une dynamique hydrosédimentaire contrastée et une migration du cours d'eau vers le nord durant l'Holocène ancien et moyen, avant un assèchement du milieu jusqu'au Haut Moyen-âge. Dans le « Ried nord », entre Seltz et Soufflenheim, trois ensembles stratigraphiques ont été identifiés : une nappe alluviale gravelo-sableuse homogène du Tardiglaciaire, un colmatage limoneux d'origine rhénane à l'emprise variable, dans lesquels s'insèrent les niveaux anthropisés (un ensemble funéraire du Haut Moyen-âge et un habitat daté entre 1250 et 950 BP) au sommet.

Dans la plaine d'inondation, le fond du chenal, qui semble se raccorder au système rhénan, s'écoule sur un niveau gravelo-sableux d'origine alluviale qui a livré des troncs fossiles datés par dendrochronologie à environ 4950 BP (Lasserre *et al.* 2011). Ils traduisent une humidification des conditions climatiques à la fin du Néolithique. Simultanément, au sud de Francfort, le comblement sablo-limoneux devient limono-argileux à argileux, en réponse à l'augmentation des débordement (Dambeck et Thiemeyer 2002). Entre 4300 et 2800 BP, les chenaux multiples du Rhin, occupant toute la plaine alluviale, se comblent progressivement sous une sédimentation limono-sableuse très active (Vigreur *et al.* 2012). Ce phénomène est interprété en termes d'éloignement du chenal principal et de baisse générale du débit dans l'ensemble du bassin versant, l'anthropisation restant très faible à cette période. Une phase de stabilité est identifiée vers 2759-2378 cal BP (Vigreur *et al.* 2012) par un colmatage alluvial homogène au pied de la butte du Hexenberg (Lasserre *et al.* 2011, Vigreur *et al.* 2012) et plus à l'ouest par un niveau de limons fins bruns à haute teneur en matière organique suggérant une paludification de l'environnement (Vigreur *et al.* 2012). Au Cours de la Tène, une augmentation de l'activité hydrosédimentaire suscite la réactivation de certains paléochenaux abandonnés en connexion avec le système rhénan, voire la formation d'un nouveau réseau de méandres comme à Leutenheim (Lasserre *et al.* 2011). Le milieu se stabilise à nouveau, permettant le colmatage rapide (entre 2859-2757 BP et 2000 BP, Vigreur *et al.* 2012) de certains paléochenaux réactivés précédemment sous l'alternance d'épisodes climatiques plus humides (Lasserre *et al.* 2011), mais probablement associés à la déconnexion de ce secteur au système rhénan et l'arrêt de l'alluvionnement au plus tard au VI^e siècle ap. J.-C. (Vigreur *et al.* 2012). Plus au sud, à Oedenburg, l'accumulation sédimentaire antique atteint 2m dans les zones de basse plaine, dans laquelle quatre épisodes de crue ont été individualisés entre 20 et 145/146 AD, contraignant l'occupation après 320 AD (Ollive *et al.* 2006, 2008). Cet auteur voit dans cet épisode le résultat d'un forçage climatique. Vers 400 AD, une phase climatique humide est perçue dans le bassin rhénan et la Forêt Noire. Elle entraîne une stabilisation des versants (pédogenèse et biostabilisation), simultanément à l'avancée glaciaire alpine, l'accumulation de bois fossiles dans certains cours d'eau allemands et l'accrétion sédimentaire lacustre dans le Jura et les Alpes (Magny *et al.* 2003, Ollive *et al.* 2008). Au sud, dans la gravière de Wyhlen, la sédimentation est également très rapide. D'importants niveaux sableux d'origine fluviales datés par OSL à 1900-1400 BP à 3,5m de profondeur et recouverts par un tronc fossile daté à 510±45 BP suggèrent une sédimentation alluviale très récente dans un secteur déconnecté de la plaine d'inondation. (Lämmermann-Barthel *et al.* 2009). L'influence de l'évolution géomorphologique sur le peuplement sera évoqué plus longuement lors de l'analyse de l'occupation (cf. §1.2.2.1.).

1.1.3.2.2. Le Pô

Le Pô s'écoule entre l'ouest des Apennins, au sein desquels il prend sa source, et la mer Adriatique. Dans le cours moyen, entre Milan et Modène, la plaine alluviale quaternaire est délimitée au nord par les Alpes et au sud par les Apennins, ces reliefs ayant conditionné les variations hydrologiques jusqu'au Tardiglaciaire (Marchetti 2002) dans la basse plaine alluviale du Pô par des paléoméandres abandonnés et démesurés.

Au début du Tardiglaciaire, la réponse des affluents diffère selon leur origine. Au nord, la déglaciation favorise une baisse des flux liquides et solides en mouvement suite au développement de la végétation tandis qu'au sud, la hausse des précipitations provoque une augmentation du débit mais pas de la charge solide et l'incision des cônes alluviaux et de la plaine alluviale pléniglaciaire du Pô. Cette période d'incision est suivie par une phase d'aggradation encore mal calée mais probablement entre 14000 et 10000 BP (Alessio *et al.* 1980 cité In Marchetti 2002). Cependant, l'arrêt de l'aggradation pourrait être plus récent comme l'indiquent les vestiges néolithiques découverts au sommet de ce niveau. L'Holocène ancien correspond à une importante période de stabilité jusqu'à la fin de l'Atlantique, avec la formation de sols à horizons argileux sur lesquels s'installent les populations néolithiques. Leur impact sur le milieu est très limité jusqu'au début du Subboréal, où l'âge du Bronze est associé aux premières perturbations des communautés végétales. Ce phénomène s'amplifie jusqu'à l'Antiquité, où près de 60% de l'espace de la haute vallée du Pô est mise en valeur par l'agriculture. L'intensification de l'érosion est perceptible jusque dans le delta, où la progradation atteint une vitesse maximale entre 1250 et 1350 BP sous les conséquences de la déforestation de la plaine depuis la fin du Néolithique (Guzzetti *et al.* 1997, Ravazzi *et al.* 2013), la plus importante en Europe (Ravazzi *et al.* 2013). Entre la fin de l'Antiquité et le Moyen-Âge, la diminution de l'emprise de l'agriculture favorise la reconquête végétale de la plaine, la migration des chenaux et l'élargissement des zones marécageuses. Le plancher alluvial aggrade rapidement sous les apports fluviaux et palustres. A partir de 300 BP, l'impact anthropique et climatique (PAG) sur le milieu augmente considérablement, limitant les processus hydrosédimentaires à des couloirs dans la plaine alluviale sous l'augmentation de l'amplitude des crues. Depuis une trentaine d'années, la morphologie fluviale et alluviale est relativement stable.

1.1.3.2.3. L'Ebre

Au sud des Pyrénées, la vallée de l'Ebre draine le nord-est de la péninsule ibérique sous des conditions climatiques semi-arides. Bien que les données strictement attribuées au cours d'eau principal soient lacunaires, l'histoire de l'évolution morphosédimentaire récente est relativement bien calée chronologiquement à travers les données du réseau secondaire.

Dans la vallée de l'Ebre, le système de terrasses pléistocènes identifié en France est plus tardif et s'étend jusqu'à l'Holocène. On distingue des formations datées entre 18 et 5 ka BP dans la vallée de Guadalupe contre au plus tard le début de l'Holocène dans la vallée de Cinca, rendant la transition Tardiglaciaire/Holocène difficile à établir (Santisteban et Schulte 2007). Durant le 1^{er} Holocène, la Dépression Blanche, au centre du Bassin de l'Ebre, est entièrement recouverte lors d'une première phase d'accumulation jusque vers 6000 BP environ (Sancho *et al.* 2008). Cet épisode est également perceptible dans certaines vallées affluentes (López-Avilés *et al.* 1998), tandis que dans la vallée du Gállego, à proximité de Saragosse, les reliefs peu développés et la faible superficie du bassin provoquent seulement quelques niveaux sablo-limoneux jusqu'à l'Holocène moyen (Sancho *et al.* 2011). Dans la dépression, la stratigraphie présente successivement un niveau de matériaux grossiers issus de l'intense érosion des versants et de l'intensification de la compétence du chenal en tresse

sous un climat plus humide et froid, puis un niveau de sables boueux, issus des cônes de déjection provenant des reliefs environnants, datés entre 9400 et 7900 BP simultanément à une aridification des zones tempérées (Macklin *et al.* 2006, Sancho *et al.* 2008, 2011). Au sommet de cet ensemble et jusque vers 6000 BP, la stratigraphie est plus complexe, avec un alluvionnement important notamment dans la partie supérieure entrecoupé de phases érosives à la base et la formation de sol au sommet de la séquence, résultant des variations des conditions climatiques. Le raccordement de cette dépression au système de l'Ebre entraîne, durant le 2nd Holocène, une augmentation des phases d'aggradation-incision. Entre 5900 et 3300 BP, l'aggradation verticale sablo-limoneuse montre une succession de recouplement et de remplissage de méandres, qui témoigne de l'instabilité hydrosédimentaire. Elle touche également les reliefs, avec dans la vallée affluente de Cinca, des artefacts du Bronze ancien à la base de cônes détritiques datant des processus érosifs simultanés ou légèrement postérieurs (González-Sampériz et Sopena Vicién 2002). L'aridification des conditions climatiques semble être à l'origine de ces processus, bien identifiés dans le reste de l'Espagne par deux phases d'assèchement plus intenses à 5200 et 4100 BP (Sancho *et al.* 2008). Entre 3300 et 1000 BP, la Dépression Blanche présente une faible sédimentation, contrairement au reste du bassin de l'Ebre (González-Sampériz et Sopena Vicién 2002, Santisteban et Schulte 2007, Sancho *et al.* 2008) ou de l'Espagne (Thorndycraft et Benito 2006a, 2006b, Benito *et al.* 2008). En effet, à la transition Subboréal/Subatlantique et dès le début du Bronze final, l'humidification climatique provoque une augmentation des processus de versants qui entraînent une fourniture de matériaux dans l'ensemble du bassin de l'Ebre (González-Sampériz et Sopena Vicién 2002). Une période d'érosion généralisée se met ensuite en place dès la fin de l'âge du Fer, démantelant les niveaux accumulés précédemment, sous l'influence d'un climat semi-aride à pluviométrie similaire à l'actuel, et dont les inclusions de matériel archéologique datent les dépôts les plus tardifs du IV^e-V^e AD dans la vallée de Cinca (González-Sampériz et Sopena Vicién 2002).

Dans la région de Saragosse, une augmentation de la dynamique alluviale est également observée durant l'Antiquité Tardive (Sancho *et al.* 2011). L'érosion perdure localement jusqu'à la fin Moyen-Âge, notamment dans la Dépression Blanche (Sancho *et al.* 2008). Sur le site de Monte Gil II, cette accumulation est interrompue par une séquence d'incision non datée, marquant une variabilité climatique importante probablement associée au Petit Age Glaciaire (González-Sampériz et Sopena Vicién 2002). Cet épisode influence également sur la dynamique fluviale (Benito *et al.* 2008, Sancho *et al.* 2008). A la fin du Petit Age Glaciaire, une dynamique d'incision entaille les dépôts antérieurs, accentuée par les interventions anthropiques (González-Sampériz et Sopena Vicién 2002, Santisteban et Schulte 2007, Sancho *et al.* 2008), mais la forte variabilité hydroclimatique entre la fin du Petit Age Glaciaire et jusqu'au milieu du siècle dernier favorise la récurrence des crues. Dans tout le bassin de l'Ebre, l'anthropisation a largement accentué l'impact climatique au cours des périodes historiques dans toute la péninsule ibérique (López-Avilés *et al.* 1998, Sancho *et al.* 2008).

1.1.3.2.4. Le Rhône

Au cours des trente dernières années, la multiplication des projets scientifiques et l'expansion urbaine dans des zones jusqu'ici vierges a largement contribué à l'augmentation des données géomorphologiques et archéologiques dans la plaine alluviale rhodanienne, posant de nouvelles problématiques de recherche. Face aux enregistrements asynchrones repérés entre la haute et la moyenne vallée du Rhône, nous avons choisi de distinguer les deux secteurs, selon le découpage géographique de Provansal *et al.* (1999) et de Berger *et al.* (2008).

Dans la haute vallée du Rhône (entre Aoste et Valence), une trame générale se dégage à la lumière des informations collectées sur les différents secteurs. Dès 12000 BP, une forte phase d'incision abaisse considérablement le niveau de la plaine alluviale, créant la première

métamorphose fluviale du tressage au méandrage qui perdure jusqu'au Dryas récent où une crise érosive est marquée par un remblaiement important (Jorda *et al.* 2002, Berger *et al.* 2008, Bravard *et al.* 2008). Cette dynamique ralentit au début de l'Holocène, avec un alluvionnement plus régulier au cours du Préboréal et du Boréal (Bravard *et al.* 1997, Berger 2003). Durant l'Atlantique, le développement de la couverture végétale dans la vallée bloque les flux sédimentaires et favorise les altérations pédogénétiques (Berger *et al.* 2002, 2008, Berger 2003). Le détritisme fin reste dominant lors des reprises hydrosédimentaires, en raison de la biostabilisation des versants. Dans le haut bassin rhodanien, la synthèse des données chronoculturelles, radiocarbone, dendrochronologiques et sédimentaires a permis d'identifier une rythmicité pluriséculaire pédogénèse/alluvionnement entre 7700 et 5600 BP (Berger *et al.* 2008).

Dans la vallée de l'Ubaye, et dans l'ensemble des vallées affluentes sub-alpines, une importante phase d'incision a été datée entre 69000 et 5000 BP (Jorda *et al.* 2002). Cet épisode hydrosédimentaire est illustrée par la formation d'une terrasse graveleuse dans la région lyonnaise autour de 6000 BP (Bravard *et al.* 1997). Dès 5000 BP, on observe un exhaussement généralisé de la vallée du Rhône, ainsi qu'une reprise de la dynamique hydrosédimentaire (Bravard *et al.* 1997, Berger *et al.* 2008). A partir de 4500 BP, l'abondance des données recueillies dans la haute vallée du Rhône influence la restitution chronologique des cycles alluviaux en les rendant plus courts et abondants. Malgré cela, le Subboréal reste encore mal défini à grande échelle, bien qu'une stabilisation au cours du Bronze final soit perceptible dans tout le sud-est de la France (Macé *et al.* 1991, Bravard *et al.* 1997, Berger 2003, Berger *et al.* 2008). Entre 4300 et 3300 BP (Berger *et al.* 2008), l'augmentation de la dynamique alluviale entraîne une reprise torrentielle ponctuelle, associée à la formation de niveaux grossiers ainsi que, des recoupements de méandres dans les différents secteurs du bassin rhodanien, notamment en amont de Lyon et sur l'Isère (Bravard *et al.* 2002, Salvador *et al.* 2005, Berger *et al.* 2008). A la fin de cet épisode d'aggradation, la réoccupation du fond de la plaine alluviale rhodanienne à Lyon dès la fin du Bronze moyen suggère une possible phase d'accalmie hydrosédimentaire (Bravard *et al.* 1997), bien que les données soient encore lacunaires sur les rythmes de sédimentation jusqu'à la fin du Subboréal. La hausse des régimes d'écoulement à la fin du Bronze final entraîne dès 3000 BP environ une phase générale de recrudescence des crues puis un régime torrentiel et une évolution vers un style fluvial en tresse. Ces phénomènes sont enregistrés dès le début du 1^{er} âge du Fer par une importante accrétion sédimentaire grossière, matérialisée à Lyon par l'édification d'un épais niveau caillouteux (Bravard *et al.* 1992, 2008, Magny et Richard 1992, Bravard 1997, Bravard *et al.* 1997, Berger 2003, Berger *et al.* 2008). Au 2nd âge du Fer, le méandrage redevient la norme, et l'ambiance générale à l'incision conduit à l'entaille des niveaux grossiers antérieurs qui conduit à la formation de terrasses hallstatiennes à Lyon et à Vienne (Bravard 1997, Bravard *et al.* 1997), tandis que la confluence Saône/Rhône migre en aval (Bravard *et al.* 1992, 2008, Magny et Richard 1992, Bravard 1997, Salvador *et al.* 2002, Berger 2003, Berger *et al.* 1997, 2008, Vérot-Bourrély *et al.* 2010). Entre l'Antiquité et le Moyen-Âge, l'activité hydrosédimentaire est bien cernée par les travaux de Berger *et al.* (2008). Une première phase d'aggradation est enregistrée entre le I^{er} s. av. et le I^{er} s. ap. J.-C. associée à la migration en rive gauche du Rhône (Magny et Richard 1992, Le Blot-Helly et Helly 1999, Provansal *et al.* 1999, Salvador *et al.* 2002, Berger 2003, Berger *et al.* 2008). Une succession de crues identifiées dans la stratigraphie, notamment dans la presqu'île lyonnaise (Bravard *et al.* 1992, Bravard 1997, Provansal *et al.* 1999, Salvador *et al.* 2002, Van der Leeuw 2005) sans que le style méandriforme n'évolue. Au III^e siècle, une seconde phase d'aggradation et d'instabilité est matérialisée des niveaux de crues et de défluviation (Bravard *et al.* 1992, Provansal *et al.* 1999, Berger *et al.* 2008, Verot-Bourrély *et al.* 2010). Elle précède une troisième phase hydrosédimentaire plus polyphasée datée entre le IV^e s. et le VI^e-VII^e s. ap. J.-C. et rattachée à un important remblaiement de la plaine alluviale (Bravard *et al.* 1997, Provansal *et al.* 1999, Berger *et al.* 2008,

Verot-Bourrely *et al.* 2010). Là également aucune métamorphose fluviale n'est identifiée dans ce secteur. A la stabilité jusqu'au XIV^e siècle, succède une phase plus dynamique qui prend progressivement de l'ampleur et s'accompagne d'une métamorphose fluviale vers un style en tresse généralisée à la fois sur le Rhône mais également sur les affluents, comme l'Isère et le Drac (Salvador *et al.* 2005, Berger *et al.* 2008). Cet épisode atteint son paroxysme au XVII^e siècle (Bravard 1986, 1997, Berger *et al.* 2008). Le détritisme et la torrentialité sont alors prononcés sur l'ensemble des cours d'eau du bassin versant rhodanien, associé à une récurrence des crues de grande ampleur (Berger 2003, Berger *et al.* 2008). Dans la moyenne vallée du Rhône, l'incision est dominante jusqu'au début de l'Holocène, les dépôts plus anciens étant datés entre 9700 et 8900 BP. Ils restent cependant largement localisés au niveau des confluences entre le Rhône et certains de ses affluents pré-alpins, notamment sur les cônes du Roubion (9780 ± 150 BP) ou de la Drôme (9400 ± 220 BP) (Berger 2003). Les témoignages postérieurs sont plus nombreux, grâce à un alluvionnement plus abondant et régulier, similaire à celui observé dans la partie haute du système rhodanien. Au cours de l'Atlantique, on observe une diminution des flux solides et liquides deux phases généralisées de forte aggradation ont toutefois été identifiées au début et à la fin du VII^e millénaire, particulièrement dans le secteur du Tricastin et les vallées affluentes (Berger 2003). Sur le site d'Espeluche-Lalo, cinq grandes phases de pédogénèse sont entrecoupées de séquences d'alluvionnement parfois associées à du tressage (Beeching *et al.* 2001 cité In Berger *et al.* 2002, Berger *et al.* 2002). Entre 6000 et 4000 BP (Provansal *et al.* 2002), on observe une accalmie hydrosédimentaire bien que la vitesse d'aggradation reste élevée notamment dans le bassin de la Valdaine (Berger 2003) ou plus au sud à Arles et dans le delta (Arnaud-Fassetta 1998, Provansal *et al.* 1999, Arnaud-Fassetta *et al.* 2005). Le Subboréal marque une nouvelle accélération de la sédimentation sous l'effet des apports par colluvionnement important dans les vallées secondaires rhodaniennes, particulièrement dans le bassin de la Valdaine (Berger 2003). Cet épisode est également enregistré à plus petite échelle dans les milieux hydromorphes du sud-est de la France (Provansal et Morhange 1994, Berger 2003, Dubar 2004). Entre 4000 et 3300 BP, l'alluvionnement reprend une place prépondérante dans l'exhaussement du plancher alluvial, avec l'enregistrement de nombreux dépôts de crue dans le secteur d'Arles autour de 3900-3700 BP et plus tardivement (3200 BP env.) par la déstabilisation du chenal dans le delta sous l'abondance des dépôts sableux (Provansal *et al.* 1999). Vers 3250 BP, le ralentissement de l'aggradation entraîne une pédogénèse généralisée des fonds de vallée, voire des lits mineurs, associé à une dynamique incisive bien marquée dans les cônes détritiques de la Valdaine. Cette stabilité perdure jusque vers 2750 BP, où les sols sont tenus par le développement d'un couvert végétal arboré mature et montent un bon drainage et le développement d'un horizon calcique, notamment dans le Tricastin ou encore le nord de la Drôme (Berger 2003). Comme dans la partie haute de la vallée du Rhône, les témoignages attribués au Subboréal restent peu abondants et montrent une forte variabilité des cycles, notamment en raison de données plus abondantes que pour les périodes antérieures. Les débuts du Subatlantique sont chaotiques dans la moyenne vallée du Rhône, comme sur le reste du cours d'eau et marqués par une importante « crise » hydrosédimentaire vers 2700 BP (Berger 2003). La couverture pédologique des versants est largement décapée par le ruissellement sur les versants, formant des sols colluviaux hydromorphes à inclusions de matériel anthropique dans les plaines alluviales. La modification du régime des écoulements et la métamorphose des lits fluviaux en tresse se traduit par le dépôt d'épaisses nappes torrentielles sur lesquelles divaguent les cours d'eau, notamment dans le Tricastin (Provansal *et al.* 1999, Berger 2003, Berger *et al.* 2008), tandis que les crues sont favorisées par l'ouverture du paysage dans le bassin versant. Ces dernières persistent jusque vers 2375 BP dans différents secteurs de la moyenne vallée du Rhône, comme à Bollène, Crest (Provansal *et al.* 1999) ou encore Arles (Arcelin *et al.* 1999, Provansal *et al.* 1999), tout comme le tressage des lits fluviaux du bassin rhodanien au moins jusqu'à 2100 BP (Berger 2003). Ces phénomènes sont associés à un

engorgement important dans les fonds de vallée ainsi qu'à une instabilité des versants entraînant un colluvionnement encore relativement conséquent. Dans la seconde moitié de cette période, le net ralentissement de la dynamique hydrosédimentaire dans tout le réseau hydrographique du Rhône moyen se manifeste par la formation de sols alluviaux dans les basses plaines, accompagné d'une importante incision linéaire, d'une reprise du méandrage et d'une faiblesse des crues (Bravard *et al.* 1992, Berger 2003). Entre 2000 et 1700 BP, les dynamiques hydrosédimentaires prennent à nouveau de l'ampleur et exhaussement le chenal principal (Provansal *et al.* 1999, Salvador *et al.* 2002, Berger 2003, Berger *et al.* 2008), tandis que les basses plaines alluviales sont soumises à des vitesses de sédimentation importantes (jusqu'à 4mm/an dans la plaine d'Orange), sous l'action de crues abondantes et bien identifiées dans la stratigraphie, notamment dans le Bas Rhône, comme à Arles et Avignon, (Bravard *et al.* 1992, Bravard 1997, Arnaud-Fassetta 1998, Arcelin *et al.* 1999, Leveau 1999, Provansal *et al.* 1999, Bruneton *et al.* 2001, Salvador *et al.* 2002, Van der Leuw 2005). La rythmicité élevée de ces phénomènes entraîne la formation de sols alluviaux non évolués et très hydromorphes (Provansal *et al.* 1999). Isolée par une phase d'accalmie ponctuée de courtes séquences d'alluvionnement, une nouvelle crise hydrosédimentaire polyphasée est datée entre 1350 et 1100 BP (Provansal *et al.* 1999, Berger 2003, Berger *et al.* 2008), marquée par un remblaiement conséquent. La hausse de l'activité hydrologique conduit à des phénomènes torrentiels dans les vallées dauphinoises (Salvador *et al.* 2005, Berger *et al.* 2008), une augmentation des débits liquides et solides dans le Tricastin et la plaine d'Orange (Berger 2003) tandis que le delta, sous le remblaiement important, se métamorphose en chenal tressé, créant le bras du Grand Passon au détriment des bras de Saint-Ferréol et d'Ulmet (Provansal *et al.* 1999). Entre 1100 et 600 BP, l'accrétion et l'érosion ralentissent fortement dans toutes les vallées du réseau hydrographique rhodanien, tandis que les niveaux sédimentaires antérieurs sont altérés par un paléosol brun foncé voire brun-noir à évolution pédologique modérée (Berger 2003). Dès 300 BP, la dynamique hydrosédimentaire accélère à nouveau dans une chronologie et des processus similaires à ceux observés dans la haute vallée du Rhône.

1.1.3.2.5. La Loire

Si la Loire est le plus long fleuve de France, elle n'a malgré tout fait l'objet que très récemment d'un intérêt géomorphologique et géoarchéologique. Pourtant, la Loire est bel et bien un fleuve complexe, au régime « immodéré » à fortes crues, assurant une mutation perpétuelle des basses plaines alluviales et *i.e.* une grande hétérogénéité des formes fluviales enregistrées (Georges *et al.* 2004, Garcin *et al.* 2006).

Ainsi, au début du Tardiglaciaire, la plaine alluviale est marquée par le style en tresse de la Loire mais également sur certains de ses affluents (Garcin *et al.* 1999, Carcaud *et al.* 2002, Cubizolles et Georges 2002, Georges *et al.* 2004, Carcaud 2006, Cubizolles *et al.* 2006, Garcin *et al.* 2006, Castanet 2008, Piana *et al.* 2009). La transition vers un chenal unique s'engage au Bølling, avec le comblement gravo-sableux des chenaux abandonnés et s'étend jusqu'au début de l'Holocène (cf. *supra*), alors que les grands hydrosystèmes voisins sont dans une phase de déblaiement massif (Cubizolle *et al.* 2006). Cette datation reste hypothétique dans le Massif Central, en raison de l'absence de données chronologiques (Cubizolle *et al.* 2006), et seulement au Préboréal dans le Val de Tours (Carcaud *et al.* 2002, Carcaud 2006). Un épisode de hausse de la fréquence et de la magnitude des crues a pu être observé et daté par C. Castanet (2008) à la fin du Dryas récent (10230-9350BC). Les premiers dépôts holocènes, posés sur les nappes graveleuses tardiglaciaires, sont datés du Préboréal et du Boréal dans le Val d'Orléans (Castanet 2008), puis vers 8000 BP dans le reste de la plaine alluviale de la Loire (Straffin et Blum 2002, Castanet *et al.* 2007, Castanet 2008, Arnaud-Fassetta *et al.* 2010), tandis que le lit mineur se rétrécit conjointement à sa migration vers l'extrémité de la plaine alluviale (Garcin *et*

al. 1999), et que les chenaux secondaires sont progressivement comblés. Les faibles flux sédimentaires fins entraînent la formation de dépôts argilo-tourbeux (Macaire *et al.* 2005), observés dans le lit mineur comme dans les paléochenaux en cours de colmatage, voire de tourbières dans certaines zones de la Loire moyenne et ce jusqu'au Subboréal, pendant que la remontée marine forme des tourbes argileuses dans la basse vallée de la Loire et de ses affluents (Garcin *et al.* 1999, Carcaud et Garcin 2001, Carcaud *et al.* 2002, Garcin *et al.* 2006, Arnaud-Fassetta *et al.* 2010). L'incision reste toutefois active au cours de l'Atlantique en provoquant localement des hiatus sédimentaires, comme dans la plaine du Loir (Piana *et al.* 2009). En moyenne vallée ligérienne, le Val Triple montre une réactivation précoce de la dynamique alluviale dès le Néolithique moyen et jusqu'au Bronze final, marquée par la réactivation de paléochenaux, l'augmentation de la vitesse de sédimentation et la disparition des tourbières au profit d'une sédimentation détritique. Le constat est similaire en Val d'Orléans, avec une hausse de l'ampleur et de la récurrence des crues entre 4400 et 3550BP (Castanet 2008). Cette tendance s'atténue de nouveau entre l'âge du Fer et l'Antiquité (Garcin *et al.* 2006). Cependant, en haute Loire, l'alluvionnement durant l'âge du Bronze reste faible, avec une activité sédimentaire limitée à des dépôts de débordement ponctuels et un style fluvial méandriforme stable depuis le début de l'Holocène (Burnouf *et al.* 2001, Cubizolle *et al.* 2006). Au Bronze final IIIb, on observe une diminution constante de l'activité hydrosédimentaire (Cubizolle *et al.* 2006) bien qu'en aval (confluence Arroux/Loire) une forte activité alluviale est signalée autour de 3500 BP (Straffin et Blum 2002). Parallèlement, les réactivations de chenaux et les formations marécageuses sont fréquentes dans la Loire moyenne sous l'augmentation des flux hydriques (Carcaud et Garcin 2001, Carcaud *et al.* 2002), tandis que l'impact croissant des activités anthropiques semble à l'origine de l'érosion des formations secondaires et tertiaires dans le Val d'Avaray (Garcin *et al.* 1999). A la fin du Subboréal, l'instabilité hydrosédimentaire s'accroît localement et se généralise au début du Subboréal, mais dans une moindre mesure que sur le Rhône. En effet, en Loire moyenne, les conditions hydrosédimentaires à l'âge du Fer sont globalement similaires à celles de l'âge du Bronze, avec un comblement plus rapide des paléochenaux que durant la première moitié de l'Holocène, des zones marécageuses (Garcin *et al.* 1999, Carcaud et Garcin 2001, Carcaud *et al.* 2002, Garcin *et al.* 2006). Dans le Val d'Orléans, une hausse de la dynamique alluviale est attestée entre le Bronze final et la fin du Haut Empire (Castanet 2008). Parallèlement, dans la haute Loire, un hiatus sédimentaire a été repéré entre les niveaux du Bronze et de l'Antiquité, alors que les premiers ne présentent pas de traces d'érosion perceptibles (Cubizolle et Georges 2002). Durant l'Antiquité, un nouvel accroissement de la dynamique fluviale est enregistrée, notamment au cours du III^e siècle ap. J.-C., où la construction de la plaine se poursuit alors selon le modèle du *Stable-bed aggrading-banks*, identifié par Brown (1997), et dans lequel la plaine alluviale, au chenal stable, est édifiée par les « ... *dépôts successifs au fil des débordements dont la fréquence diminue avec l'exhaussement de la plaine* » (Cubizolle et Georges 2002, p. 69). En aval, à la confluence de l'Arroux, les enregistrements sédimentaires antiques sont mal représentés et montrent plutôt une dynamique alluviale faible voire une période d'incision (Straffin et Blum 2002). Des processus similaires sont également ponctuellement identifiés dans la Loire moyenne et océanique, avec une dynamique hydrosédimentaire variable, la formation de marais tourbeux et la baisse des taux de sédimentation (Carcaud et Garcin 2001, Carcaud *et al.* 2002, Garcin *et al.* 2006, Arnaud-Fassetta *et al.* 2010). Seuls le Val d'Orléans et le Val d'Avaray semblent marqués par une augmentation de la sédimentation et un remplissage sableux des paléochenaux abandonnés (Garcin *et al.* 1999, Carcaud *et al.* 2002, Garcin *et al.* 2006, Castanet 2008). A la fin de l'Antiquité et au Moyen-Âge, l'érosion des versants, pourtant continue depuis la Tène, est enfin perceptible dans les plaines alluviales de la Loire moyenne et océanique (Carcaud *et al.* 2002). Un nouvel épisode d'accumulation est localement enregistré au IX^e siècle, notamment dans le Val d'Orléans (Garcin *et al.* 2006, Castanet 2008, Arnaud-Fassetta *et al.* 2010), tandis que les dépôts organiques disparaissent

sous la hausse générale de la dynamique hydrosédimentaire au cours du Petit Age Glaciaire (Carcaud et Garcin 2001, Carcaud *et al.* 2002, Georges *et al.* 2004, Garcin *et al.* 2006). Les « levées », bourrelets de rive devenus insubmersibles, sont édifiées au cours du Haut Moyen-âge dans la Loire moyenne, isolant progressivement la plaine alluviale du lit mineur, favorisant les risques de défluviation et réduisant fortement les échanges hydriques et sédimentaires entre les deux parties (Burnouf *et al.* 2001, Carcaud et Garcin 2001, Carcaud *et al.* 2002, Cubizolle et Georges 2002, Garcin *et al.* 2006, Castanet 2008).

A la lecture de ces résultats, quatre grandes séquences hydrosédimentaires se dégagent sur l'ensemble de la vallée de la Loire depuis la fin de la dernière glaciation. Les héritages weichseliens laissent un fleuve en tresse qui connaît sa première métamorphose entre le Tardiglaciaire et l'Holocène, sous l'impulsion du réchauffement climatique, passant ainsi à un chenal unique. La première moitié de l'Holocène est ensuite marquée par une relative stabilité du milieu alluvial, bien que plusieurs phases d'incision aient été observées. Le chenal divague à travers la plaine alluviale, dont les paléoformes sont colmatées par des dépôts fins et organiques tourbeux parfois jusque dans le lit mineur. Entre l'âge du Bronze et l'Antiquité, l'activité hydrosédimentaire est à nouveau en hausse tout en restant très variable, avec la disparition des colmatages tourbeux au profit de dépôts plus grossiers et non organiques. Le chenal se stabilise peu à peu dans les très basses plaines datées de la fin du Néolithique/début de l'âge du Bronze. A partir du Moyen-âge, la formation et l'édification de levées entraîne la fixation du lit mineur dans un secteur de la plaine alluviale, limitant les échanges entre les deux entités. La péjoration climatique du Petit Age Glaciaire génère une nouvelle augmentation de la dynamique alluviale, que les aménagements successifs vont tenter de contrôler au profit de l'urbanisation. Il est à noter que les périodes médiévale et moderne présentent des enregistrements sédimentaires faibles (parfois inférieur au mètre) sur le cours de la Loire, contrairement au Rhône non méditerranéen, à la Seine ou certains cours d'eau de l'Europe du Nord (Cubizolle et Georges 2001).

L'analyse de ces données met en évidence la forte sectorisation de la Loire en fonction de ses réponses. Dans le Massif Central, et au moins jusqu'à l'amont de la confluence avec l'Arroux, les rythmes hydrosédimentaires et anthropiques sont similaires à ceux observés dans la haute et moyenne vallée du Rhône, au moins dans la seconde moitié de l'Holocène. L'âge du Bronze reste une période à forte variabilité, tandis que l'âge du Fer et l'Antiquité présentent de fortes hausses de l'activité hydrosédimentaire. Les données pour la première partie sont en revanche assez lacunaires et ne permettent pas d'établir une comparaison fiable. Dans la Loire moyenne et océanique, en aval du Val d'Orléans, le premier Holocène est marqué par une faible dynamique hydrosédimentaire, tandis que la seconde Holocène présente des rythmes variables, toutefois sans pics d'activité comparables à la section amont avant le Petit Age Glaciaire. Au centre, entre la confluence de l'Arroux et le Val d'Orléans, l'influence méditerranéenne s'estompe et reste perceptible uniquement durant certaines périodes, notamment le Second Holocène. On observe durant le Premier Holocène une dynamique alluviale plutôt stable, comparable à celle en aval, malgré une récurrence pluri-millénaire d'épisodes de forte activité fluviale (Castanet 2008, Arnaud-Fassetta *et al.* 2010). L'origine de ce découpage à la fois géographique et temporel semble trouver son origine à la fois dans les forçages climatiques et les particularités géologiques et géomorphologiques pour le Premier Holocène, auxquels s'ajoute dès le Subboréal l'impact anthropique grandissant. La rythmicité des cycles hydrosédimentaires est alors largement dépendante de l'emprise et la déprise humaine dans la plaine alluviale.

1.1.3.2.6. La Seine

Depuis la fin des années 1980, les données morphosédimentaires de la Seine ont été confrontées à l'évolution des bio-indicateurs et des sociétés riveraines des milieux alluviaux (Leroy et Allenet 2006, Limondin-Lozouet *et al.* 2006, Pastre *et al.* 2006). Ce secteur, où la faible énergie des reliefs, la restauration rapide du couvert végétal et l'héritage pléistocène limono-loessique dominant entraînent une forte résistance à l'érosion et donc la nécessité d'actions longues et intenses de déstabilisation.

Dans de nombreuses vallées du Bassin Parisien, les niveaux pléniglaciaires sont matérialisés par des graviers sableux alluviaux datés du Pléistocène supérieur (Cubizolle et Georges 2002, Pastre *et al.* 2003a, 2003b). La transition entre le Pléniglaciaire en tresse et le Bølling méandrique reste cependant mal documentée. Les vallées de l'Oise et de la Marne ont livré un niveau pluridécimal de sables limoneux lités typiques d'un style en tresse attribué au début du Bølling, datation confirmée par les vestiges magdaléniens découverts dans des dépôts similaires dans la vallée de la Seine (Pastre *et al.* 1997, 2003a, 2003b). L'occupation de l'espace alluvial est donc attestée très tôt. Une importante mais courte (13000-12500 BP env.) phase d'incision est ensuite identifiée dans l'ensemble du Bassin Parisien (Pastre *et al.* 1997, 2002, 2003a, Limondin-Lozouet *et al.* 2006). La diminution des apports sédimentaires et la régularisation de l'écoulement matérialisent la métamorphose du style fluvial vers un chenal unique méandrique, associé dans les vallées larges à des chenaux secondaires encore actifs. Les processus d'incision toujours en cours dégagent les dépôts tardiglaciaires antérieurs, parfois jusqu'aux sables et graviers pléniglaciaires. Dans la seconde moitié du Bølling, les processus d'aggradation reprennent ponctuellement l'avantage, notamment dans la vallée de la Seine où les vestiges magdaléniens sont enfouis dans plusieurs mètres de dépôts de débordement limoneux. On constate cependant une forte variabilité de la sédimentation, limono-sableuse détritique dans les chenaux actifs tandis qu'elle est à dominante organique dans les chenaux secondaires. Au Dryas moyen, les témoignages sont lacunaires mais un épisode détritique est localement identifié sous l'effet d'une péjoration climatique. La dégradation du couvert végétal, associée à une hausse du gel et du ruissellement, a favorisé l'érosion de la couverture pédologique (Pastre *et al.* 2003a, Limondin-Lozouet *et al.* 2006). Le début de l'Allerød est marqué par une nouvelle phase d'incision qui érode les niveaux antérieurs du Bølling. Le milieu semble ensuite se stabiliser, avec la formation d'un sol peu organique sans horizons distincts fréquent sur les berges (Pastre *et al.* 1997, 2003a, 2003b) et sur lequel se développent des ripisylves à saules et peupliers en fond de vallée (Limondin-Lozouet *et al.* 2006). Les formations tourbeuses sont courantes, notamment dans les vallées plus étroites, tandis que les indices d'érosion sont faibles. L'influence de l'oscillation intra-Allerød est très rarement observée en stratigraphie et nulle sur le comportement de la couverture végétale (Pastre *et al.* 2003a, Limondin-Lozouet *et al.* 2006). Les derniers dépôts organiques sont datés de 10800BP, date à laquelle se produit une nouvelle reprise sédimentaire sous l'influence du refroidissement climatique du Dryas récent (Pastre *et al.* 1997, 2003a, 2003b). L'ensemble des chenaux, principaux, secondaires et abandonnés, est colmaté et les berges exhausées par les dépôts de débordement atteignant 4m. Il est à noter des indices ponctuels d'une courte phase d'incision et d'une alternance de gel/dégel au début du Dryas récent, notamment dans la vallée de la Marne. Une phase d'incision rapide mais intense marque le début de l'Holocène, déblayant les niveaux du Dryas récent et entamant parfois très largement les niveaux weichseliens (Pastre *et al.* 1997, 2002, 2003b), mais dont des intensités similaires ont cependant été atteintes durant le Tardiglaciaire (Leroy *et al.* 1997). Il se forme alors un large chenal à sinuosité moyenne,

pendant que la végétation connaît une expansion importante et rapide (Pastre *et al.* 1997, 2003b). Dans la seconde moitié du Préboréal, la dynamique hydrosédimentaire diminue considérablement, ce qui favorise une sédimentation organique dès le Boréal et ce jusqu'au Subboréal (Pastre *et al.* 1997), même si des reprises détritiques mineures sont localement observées (Pastre *et al.* 2002). Dans les grandes vallées, les dépôts organiques gagnent les lits mineurs, notamment de la Marne et l'Oise, sous la forme de limons et/ou d'argiles organiques, tandis que les chenaux secondaires sont soumis à des processus de tourbification. Ce processus est associé à une végétation arborée qui évolue depuis une association *Pinus/Betula/Salix* à *Corylus/Tilia* à la fin de l'Atlantique (Leroyer *et al.* 1997). Cette couverture végétale est un facteur fondamental de la stabilisation générale du milieu, la ripisylve bien développée contribuant à la production importante de sédiments organiques et à la stabilité des chenaux (Pastre *et al.* 1997, 2002). Dans les vallées secondaires, la formation de tourbes est généralisée, tout comme dans la basse vallée. Dans le marais Vernier, les dépôts holocènes antérieurs à 7000 BC montrent que les niveaux estuariens au sommet recouvrent un niveau de dépôt terrestre issu de l'érosion des loëss Weichseliens en amont, et forment des tourbes entre 7000 et 6000 BC dans la basse plaine (Frouin *et al.* 2009). Elles montrent des signes d'accrétion seulement entre 5520 et 3700 BC, suite à la hausse du niveau marin et l'immersion des zones basses de la plaine légèrement avant 5850-5710 BC. Les niveaux intermédiaires de la plaine alluviale sont à leur tour submergés et recouverts par des dépôts estuariens avant la baisse du niveau marin peu avant 4230 BC, mais l'influence de la marée reste bien marquée dans la sédimentation jusque vers 1700 BC. Ces phénomènes de tourbification semblent donc communs à toute la moitié nord de la France, des processus similaires de tourbification ayant également été observé dans la vallée de la Loire (cf. précédent). Toutefois, on note à la transition Boréal/Atlantique une réincision des chenaux actifs, entraînant un hiatus plus ou moins important des niveaux antérieurs (Pastre *et al.* 1997, Piana *et al.* 2009). Dans la basse plaine, cette période correspond aux premiers défrichements à vocation agricole entraînant un renforcement de l'impact climatique (Frouin *et al.* 2009). Durant la seconde partie de l'Atlantique, les premières traces d'anthropisation sont perceptibles, avec une rudéralisation du paysage antérieure au Néolithique (Leroyer et Allenet 2006). A l'extrême fin de l'Atlantique et au début du Subboréal, l'intensification des pratiques agricoles, comme la céréaliculture et la déforestation, contribue à la déstabilisation des versants et à la reprise de la dynamique hydrosédimentaire dans l'ensemble du Bassin Parisien (Pastre *et al.* 1997, 2002, 2006, Leroyer et Allenet 2006). Les formations tourbeuses sont comblées par des limons organo-minéraux entrecoupés de sables, tandis que les chenaux actifs s'exhaussent en entraînant la réactivation des chenaux secondaires. Vers 4000 BP, les apports limoneux s'intensifient, puis diminuent à nouveau autour de 3800 BP avec le développement des sols jusqu'à 3500BP. Cette dernière date marque une rupture nette dans la dynamique hydrosédimentaire, certains auteurs parlant de « crise majeure et généralisée » (Pastre *et al.* 2006), synchrone de la fin de l'influence tidale dans la stratigraphie de la Seine aval (Frouin *et al.* 2009). Elle se matérialise par une érosion accrue des versants, le colmatage des chenaux principaux à un rythme plus soutenu et l'enfouissement des sols du 1^{er} Holocène et des berges sous des dépôts argilo-limoneux. La succession d'épisodes d'incision/aggradation, parfois intenses, pourrait être liée à une hausse des précipitations mais également à un impact plus important des activités agro-pastorales (Pastre *et al.* 1997, 2002, 2006). Ces dernières n'observent qu'une diminution limitée malgré la dégradation des conditions environnementales, tandis que l'occupation du Bronze ancien et moyen en revanche montre un net recul dans la plaine alluviale. Au Bronze final, la plaine alluviale subit une nouvelle expansion de l'occupation associée à une hausse de la céréaliculture et du cortège des plantes rudérales, sous l'influence probable d'un

ralentissement des apports hydrosédimentaires à partir de 2800 BP. Au Subatlantique, la variabilité spatiale des réponses morphosédimentaires reste forte, peut-être en raison de la gestion différentielle des milieux par les sociétés, les perturbations des écoulements par les aménagements et l'accentuation de la variabilité des facteurs socio-économiques, prolongeant ainsi le fonctionnement subboréal du milieu (Pastre *et al.* 1997). L'impact anthropique sur la dynamique alluviale s'amplifie considérablement, prenant le pas sur le facteur climatique (Pastre *et al.* 2006). Au 1^{er} âge du Fer, le Bassin Parisien observe une évolution différenciée. Les petites vallées montrent des reprises tourbeuses dès 2400 BP, tandis que les vallées de plus grande ampleur sont enfouies sous un épais niveau limono-argileux. L'occupation ne varie guère par rapport au Bronze final. Au 2^{ème} âge du Fer, le développement des établissements ruraux dans la plaine alluviale entraîne une nouvelle hausse de l'impact anthropique et la chute des taxons arboréens, synchrones d'une diminution de l'activité fluviale et du colmatage des chenaux secondaires (Pastre *et al.* 1997, 2006). Contrairement au Rhône ou à la Loire, le Bassin Parisien ne semble donc pas subir la forte péjoration climatique du 1^{er} âge du Fer. En revanche, l'évolution postérieure apparaît similaire aux cours d'eau évoqué précédemment. L'Antiquité est bien marquée par une nouvelle hausse de la dynamique hydrosédimentaire, matérialisée par une réincision fréquente des chenaux suivie d'une importante phase de sédimentation sableuse, la fraction limoneuse restant toutefois dominante sur la durée (Pastre *et al.* 1997, 2006). Les chenaux actifs perdent ainsi jusqu'au 2/3 de leur largeur (Pastre *et al.* 1997). La chronologie reste cependant peu précise et ce n'est qu'à la fin de l'Antiquité qu'une réelle diminution du détritisme est observée. On note notamment l'absence de dépôts entre les occupations antiques et mérovingiennes, dont les causes sont aujourd'hui non élucidées, même si l'influence des pratiques agricoles et la hausse du pastoralisme semble une piste sérieuse (Pastre *et al.* 2006). La hausse de la céréaliculture entre le XII^e et le XIV^e siècle entraîne une nouvelle hausse progressive du détritisme, suivie au XV^e siècle par une reprise de l'érosion marquée par une accumulation importante des dépôts limono-argileux dans les vallées. Ces phénomènes atteignent leur paroxysme au XVIII^e siècle. A partir du XIX^e siècle, la sédimentation est moins importante sans qu'un ralentissement de l'activité hydrosédimentaire ne soit détecté. Il apparaît que la généralisation des aménagements, dans les lits mineurs et les plaines alluviales, a modifié les flux sédimentaires en limitant leurs dépôts dans le lit majeur (Pastre *et al.* 2006).

La restitution de l'évolution des grands fleuves nationaux permet de mettre en lumière une rythmicité commune. Les ruptures sédimentaires liées aux transitions Tardiglaciaire/Holocène, Atlantique/Subboréal, âge du Fer/Antiquité et Moyen-âge/Epoque Moderne montre un synchronisme particulièrement fort sur les trois cours d'eau, bien moins prononcé que lors des transitions Boréal/Atlantique et Subboréal/Subatlantique. En revanche, les réponses hydrosédimentaires sont très différentes et seul le 1^{er} Holocène apparaît globalement comme une période de faible activité, tandis que les deux derniers millénaires sont associés à une hausse de la dynamique alluviale sous le renforcement de la pression anthropique.

1.1.4. Synthèse

La synthèse des données géomorphologiques obtenues sur les différents cours d'eau du globe permet de définir un rythme global d'évolution. A des disparités environnementales correspondent des réponses hydroédimentaires variées (figure 3), dont la chronologie dépend largement des paramètres propres aux bassins et à l'anthropisation, inhérents à chaque région.

A l'échelle du globe, quatre ruptures hydrosédimentaires peuvent être dégagées à 10000, 6000, 4000 et 2000 BP. Si la première est bien définie par la transition Tardiglaciaire /Holocène et le réchauffement climatique, la seconde en revanche est plutôt inféodée aux cours d'eau des zones tempérées eux-mêmes soumis à l'assèchement de l'Holocène moyen. Vers 4000 BP, la rupture est générale, la modification des conditions climatiques étant répertoriée globalement (Staubwasser et Weiss 2006), à l'instar de la déstabilisation d'origine anthropique à partir de 2000 BP. En revanche, l'évènement de 8200 BP est plus ponctuellement référencé et sa distribution se rapproche davantage de la rupture de 6000 BP.

A l'échelle strictement européenne, la chronologie des ruptures dans le fonctionnement des hydrosystèmes diffère légèrement, le seuil de 6000 BP se déplaçant à 5000 BP. Il correspond à la transition Atlantique/Subboréal, associé à une dégradation des conditions climatiques. Cette période reste cependant mal définie, en raison de dépôts fortement dégradés voire absents des stratigraphies, dans de nombreuses plaines alluviales. L'anthropisation reste peu marquée et ne permet pas d'affiner les évènements (cf. §1.2.2.). La comparaison chronologique avec des cours d'eau de moindre importance offre un découpage similaire, notamment en Angleterre (Brown 1997, 1998, Howard et Macklin 1999, Collins *et al.* 2006, Parker *et al.* 2008), ou en Allemagne (Rittweger 2000, Kalis *et al.* 2003, Magny 2004, Dotterweich 2008, Hoffmann *et al.* 2008).

Sur les fleuves français, l'alternance de séquences d'exhaussement et d'incision tardiglaciaire est bien identifiée sur tous les cours d'eau, et la métamorphose du tressage au méandrage, synchrone sur le Rhône et la Loire, est relativement ancienne. La première moitié de l'Holocène est une période d'accrétion sédimentaire limitée et seul le Rhône présente une tendance à l'exhaussement durant l'Atlantique. La chronologie de l'enregistrement de l'évènement climatique de 8200 BP se décale en direction du Sud, bien que la section rhodanienne moyenne soit plus réactive que l'amont. A 5200 BP, l'origine climatique de la rupture hydrosédimentaire est attestée par le synchronisme dans les trois vallées alors que les populations néolithiques ont encore un impact mineur sur le paysage. Le Subboréal est en revanche plus contrasté, à la fois du point de vue de son enregistrement que de sa chronologie sur les trois cours d'eau, tandis que le Subatlantique présente une démultiplication des fluctuations morphogéniques d'ampleur variable. Au début de l'âge du Fer, la forte dégradation des conditions environnementales, liée à une péjoration climatique, identifiée sur le Rhône est plus nuancée sur la Seine et la Loire. L'intensification de l'anthropisation et de l'exploitation agricole favorise une reprise de l'alluvionnement au Haut Empire sur le Rhône et la Loire, plus tardivement sur la Seine. Entre l'Antiquité/Haut Moyen-Âge, l'activité alluviale subit une accalmie globale dont la définition reste floue. La tendance à l'exhaussement reprend dès le VIII^e siècle sur la Loire, mais seulement au XI^e siècle sur le Rhône et la Seine, avant la « crise » hydrosédimentaire du Petit Âge Glaciaire dès le XV^e siècle. Synchrone sur les trois cours d'eau, elle atteint son intensité maximale au XVIII^e siècle avant de diminuer à nouveau au XIX^e siècle.

Pour conclure, l'Holocène peut, à l'échelle mondiale, se résumer en deux grands ensembles : le 1^{er} Holocène est peu dynamique sous influence exclusivement climatique, tandis que le 2nd Holocène observe une hausse de l'activité hydrosédimentaire sous la combinaison d'un facteur climatique et d'un facteur anthropique en constante augmentation. Ce schéma se précise lors du resserrement de la maille d'observation, laissant apparaître des rythmes plus réguliers et communs aux cours d'eau présentant les mêmes caractéristiques environnementales. Les seuils repérés ici nous permettent donc d'établir une première chronologie hypothétique des rythmes potentiellement existants dans le remplissage de la Garonne.

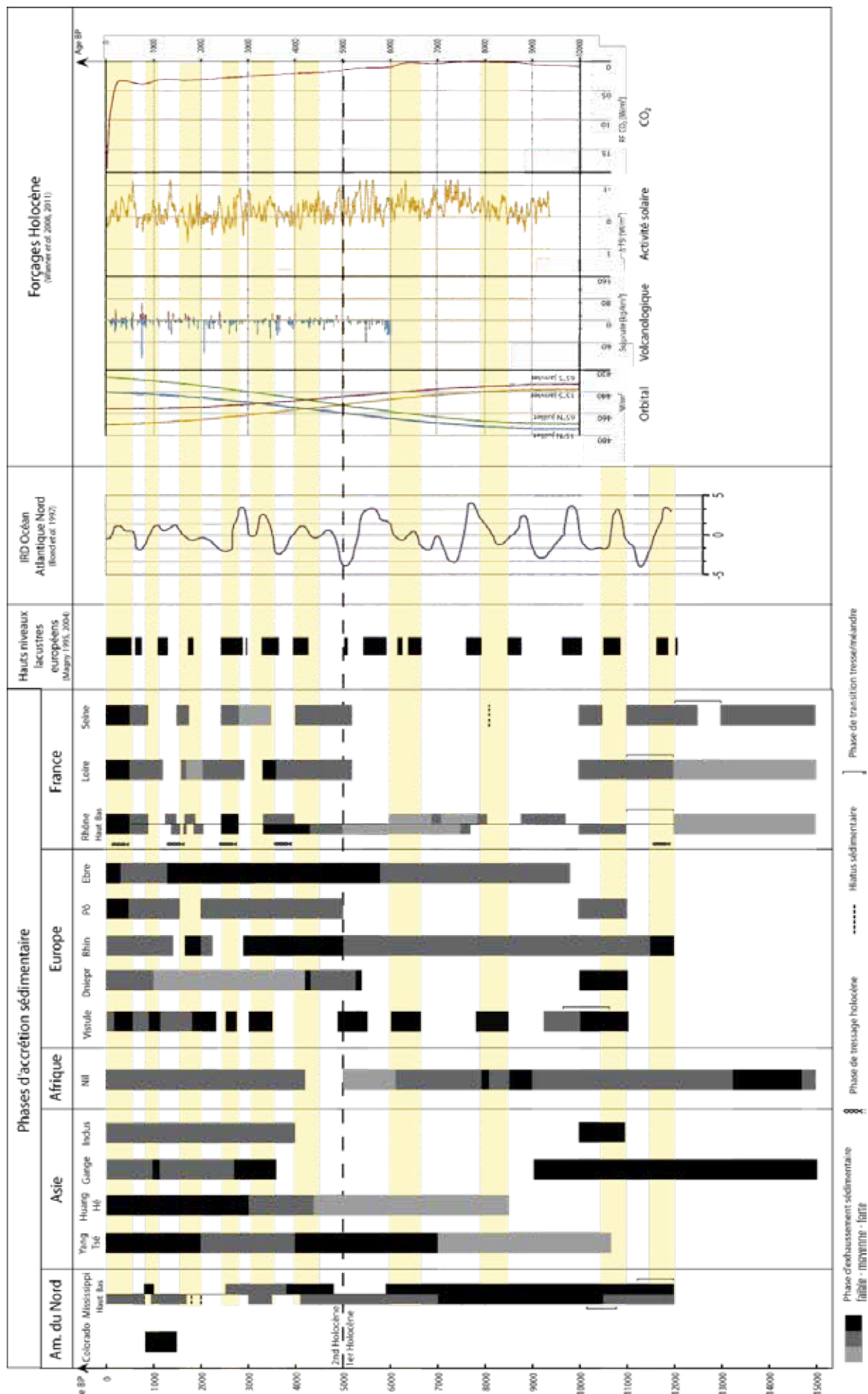


Figure 3 : Synthèse de l'évolution holocène des cours d'eau mentionnés dans le texte

1.2. Les interactions peuplement-vallée au cours de l'Holocène

Du fait de leur configuration jugée favorable (cf. infra), les grandes vallées fluviales ont été considérées comme des territoires privilégiés pour les occupations humaines (Metchnikoff 1889). Ce jugement de valeur ne peut toutefois pas être porté d'une manière absolue et doit nécessairement être lu à la lumière des considérations sur l'adéquation entre exigences socio-économiques et développement technique, c'est-à-dire dans un contexte historique, sous peine de l'anachronisme.

En fond de vallée, les plaines alluviales plus ou moins larges offrent de nombreux avantages pour l'installation des populations, notamment matériels (ressource en eau, terres agricoles fertiles, facilités de communication, biodiversité liée aux milieux humides...) ou plus largement en des termes d'aménités. Dans une optique rationnelle, ces avantages doivent être mis en vis-à-vis avec les risques inhérents à cet environnement aux premiers rangs desquels se trouvent les risques d'inondation ou les risques sanitaires. Il résulte de l'ensemble de ces facteurs une relation particulière entre l'homme et ce milieu (Burnouf et Leveau 2004). Comme l'histoire environnementale, l'histoire du peuplement des plaines alluviales est rythmée par des seuils, dont les chronologies peuvent être rapprochées à différentes échelles qui permettent de dégager de grandes phases d'occupation dont la relation aux évolutions technologiques et aux variations hydrogéomorphologiques doit être explorée, faute d'un accès aux représentations de ces sociétés à leur territoire. Le risque est alors celui d'un déterminisme environnemental (Antoine et Carozza 2011, Carozza 2012) qui impose une analyse prudente de ces relations.

1.2.1. Les relations sociétés/plaine alluviale

Les vallées et, en leur sein, les plaines alluviales, jouent, outre un rôle hydrologique dans le fonctionnement de l'hydrosystème, un rôle dans l'organisation socialisée des reliefs. Elles constituent en effet une ouverture locale de la topographie, à pente faible et régulière qui en favorise l'accès et la mise en valeur. Le paradigme de cette configuration pourrait être la vallée alpine et son rôle de traversée, de mise en relation d'espaces distincts via les cols. Les découvertes archéologiques, notamment Ötzi, ont renforcé cette vision du rôle des hautes vallées montagnardes. Les données paléoenvironnementales ou l'archéologie préhistorique des montagnes (Alpes, Pyrénées, Massif Central, Jura et Vosges pour rester en France) ont également contribué à effacer une représentation du milieu montagnard comme milieu hostile et posent de ce fait la question du rôle des systèmes valléens comme lieux privilégiés de la mobilité des individus, du déplacement des biens matériels et de la diffusion des innovations. Cette fonction est rarement questionnée par les cartes archéologiques qui, *de facto*, attribuent aux vallées ce rôle de communication. Les sociétés préhistoriques ont probablement profité de ces conditions d'accès dans le cadre de leurs déplacements réguliers ou pour l'accès aux ressources notamment lithiques. Il apparaît une certaine logique à penser que ces espaces ont joué un rôle majeur dans les échanges matériels et culturels entraînant localement des pratiques hybrides entre traditions et apports nouveaux. Toutefois, la première révolution de la relation à l'environnement lors du Néolithique (Muxart *et al.* 2004) a probablement redéfini la place et le statut de ces espaces dans le cadre de la nouvelle économie de production. Elle a nécessairement impliqué une redéfinition de la pratique de l'espace (Bourrin et Zadora-Rio 2007), c'est-à-dire de l'organisation spatiale de l'habitat, des ressources, des parcours et

des gestes quotidiens. Lors de la sédentarisation, les contraintes liées à l'installation et la pérennisation de l'habitat en milieu alluvial ont engendré une relation particulière avec les populations, alors tiraillées entre attractivité et répulsivité, entre atouts et contraintes.

1.2.1.1. La variabilité de la perception du risque

La formalisation des relations entre les hommes et la plaine alluviale est inhérente à la perception par la société de leur territoire. Or, comme cela a été souligné, cette dimension est largement inaccessible par les données matérielles. Il est alors nécessaire de déduire celles-ci à partir des témoignages indirects qu'ont laissés les sociétés du passé. Par projection de notre propre logique rationnelle, ces sociétés sont supposées avoir obéi à la même balance entre facteurs favorables et défavorables, entre atouts et contraintes. Sans être figée une fois pour toute, cette relation des sociétés et de leur milieu serait avant tout dépendante des seuils technologiques et s'ajusterait ainsi dans le temps (figure 4). Le risque apparaît au croisement entre enjeux et aléa, c'est-à-dire lorsque le phénomène naturel, ici principalement la crue, est susceptible de perturber les installations anthropiques et/ou les populations dans la plaine alluviale. Si les étiages, notamment les étiages sévères, peuvent également constituer des contraintes fortes, leur enregistrement limité dans les séquences alluviales rend leur étude plus complexe. La crue constitue donc notre support principal de réflexion.

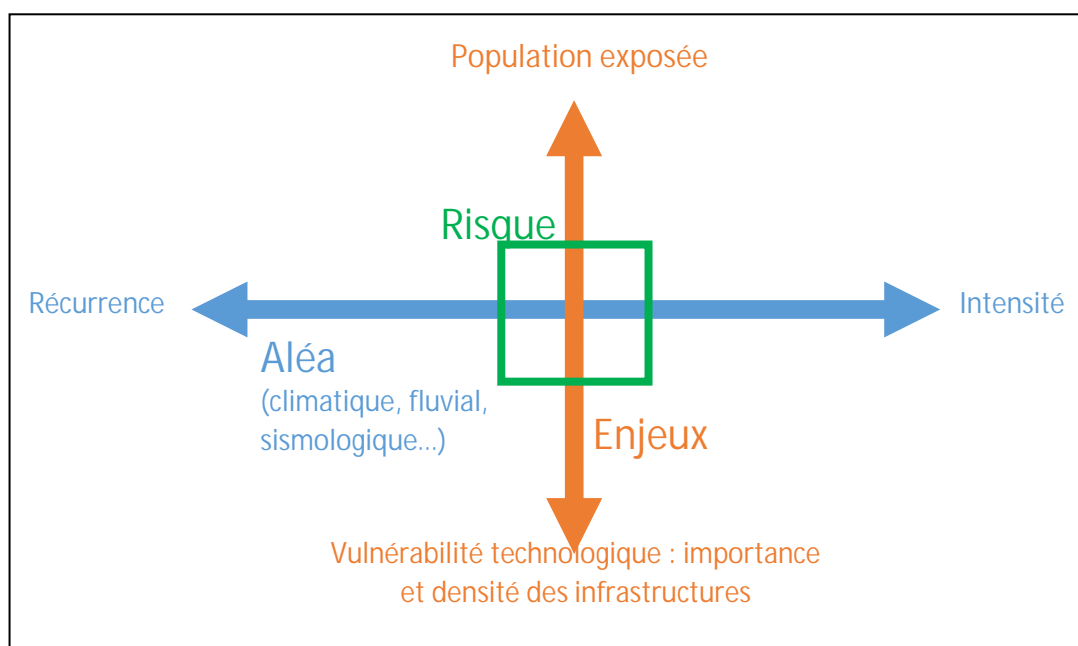


Figure 4: Définition de la variabilité du risque en fonction de l'aléa et de l'enjeu

En suivant ce schéma, Muxart *et al.* (2004) suggère qu'il existerait trois temps forts de la relation sociétés/cours d'eau, au Néolithique, lors de la période Gréco-romaine puis à l'aube de la période Moderne. Il conviendrait donc de ne pas évaluer l'attractivité/la répulsion des plaines alluviales de manière statique, à l'aune de nos propres critères, mais de replacer celui-ci dans le contexte historique et culturel. Ainsi, les travaux de Walter (2008) ont questionné pour les périodes récentes (médiévale à moderne) la rationalité des systèmes de choix qui ont été opérés. La question des représentations à la fois des territoires et des systèmes de valeurs est donc bien au cœur de cette difficulté et débouche fréquemment sur l'anachronisme des analyses. Brown (1997) souligne, dans sa synthèse sur la géo-archéologie des plaines alluviales, le rôle non seulement des facteurs « objectifs » positifs et négatifs, mais également le rôle possible des dimensions culturelle et culturelle

de ces territoires, constitutives d'une partie de l'archéologie des plaines alluviales. Nous reprendrons dans la suite de ce texte certains arguments développés par cet auteur. Il conviendra de rajouter à ces discussions théoriques, l'apport des travaux sur les dynamiques du système fluvial qui contribuent, en plus des variations techniques et des représentations aux changements de la relation entre sociétés et environnements fluviaux.

Le choix de l'emplacement d'un site d'occupation résulte de la perception des atouts et des contraintes liés à cet emplacement par rapport aux autres dans un environnement où tous les paysages sont potentiellement habitables. Cette perception est d'autant plus importante lorsque le site est occupé sur plusieurs générations et situé dans un environnement instable comme la plaine alluviale. La plaine alluviale apparaît *a priori* comme un environnement à fortes contraintes, notamment vis à vis des crues. Si les données géoarchéologiques et géomorphologiques permettent de reconstituer des paléolés en terme de fréquence (phase de forte activités, *i.e. Flood Dominated Regime* et phases de faible activité, *i.e. Drought Dominated Regime*, Erskine et Warner 1998), la vulnérabilité des sociétés du passé est, elle, plus difficile à reconstituer (Antoine et Carozza 2011) car une grande partie des données, des enjeux nous échappe (Brown 1997, Kelly et Adger 2000, Heyd 2008). Bien souvent, le risque n'est perçu ou ne devient perceptible au travers de ces traces matérielles que s'il débouche sur des modifications de comportement, enclenchant un processus de stimuli-réponse. Aussi, les changements d'occupation du sol sont-ils fréquemment interprétés en ces termes. Ce type d'interprétation très déterministe laisse peu de place pour les stratégies d'adaptation (Carozza 2012).

Cependant, l'absence de transformation de l'occupation du sol ne signifie pas nécessairement absence de risque ou d'aléa, mais peut également mesurer la résilience et l'adaptation qui en constitue une des formes identifiables des sociétés du passé. Lors de très grandes crues, les populations restent souvent sur le même site, ce qui peut nous paraître marqué par une forme d'irrationalité. Fréquemment, la fatalité des sociétés pré-industrielles vis-à-vis du risque a été mise en avant, de même que leur dimension irrationnelle en liaison avec des formes de représentation théologique. Cette dimension a été fortement questionnée notamment par les travaux de Walter (2008) qui ont montré la cohabitation au sein des sociétés de formes de rationalité et d'irrationalité face au danger. Il est probable que le concept de « risque », tel qu'il est défini aujourd'hui en terme statistique, soit inapproprié pour les populations anciennes où tous les facteurs sociaux et sociétaux doivent être pris en compte (Brown 1997, Burnouf *et al.* 2001). En outre, si l'installation en plaine alluviale dépend pro-parte de la balance des atouts/contraintes liés à cet environnement mais il en résulte que cette balance n'est pas figée et est susceptible de connaître des évolutions au cours du temps en fonction notamment des changements techniques, culturels, politiques, démographiques ou de représentation. Enfin, l'image du peuplement qui constitue la donnée de base de notre travail est entachée par des biais notamment taphonomique qui peuvent déboucher sur une interprétation erronée en termes déterministe de répulsivité (Brown 1997).

Il convient donc, dans l'impossibilité d'un travail autour des représentations et des données immatérielles, de proposer une analyse la plus exhaustive possible autour de la question des termes de contraintes et d'atouts dans l'organisation des plaines alluviales.

1.2.1.2. Les ressources

Les ressources matérielles disponibles dans la plaine alluviale sont considérées comme des facteurs favorables d'installation. Ils sont généralement implicites et peuvent favoriser une occupation multi-générationnelle ou une activité particulière. Une approche par type d'entités géographique peut se révéler appropriée dans le cas présent, en distinguant les unités surfaciques,

linéaires et ponctuelles, dans une approche de type *landscape ecology* telle que proposée par Brown (1997).

Les unités surfaciques correspondent aux sols et aux forêts. Les sols constituent une ressource que l'on peut qualifier de « primaire », c'est-à-dire sans transformation préalable nécessaire avant exploitation. L'agriculture et le pastoralisme sont les deux pratiques d'exploitation des sols, auxquels il faut bien sûr adjoindre l'utilisation pour les infrastructures *sensu largo* (habitats, routes...). La biomasse forestière est plutôt une ressource paléoéconomique et « secondaire », avec transformation du bois avant exploitation pour les constructions (habitat, bateau...) ou le feu. Ces deux ressources sont liées, la seconde conditionnant fréquemment la disponibilité, voire la qualité de la première, mais non indispensables à proximité immédiate du lieu d'habitat.

Les unités linéaires représentent le réseau hydrographique de la plaine alluviale. L'entité principale est le cours d'eau qui draine le secteur, matérialisé ici par la Garonne. Il est ponctuellement associé à des cours d'eau secondaires. Ces entités peuvent être partiellement ou totalement aménagées par un jeu de canaux pour l'irrigation des terres cultivées, de digues... Elles constituent une des formes des interactions possibles entre éléments surfaciques et linéaires par la maîtrise des flux. Cette unité présente de nombreux avantages immatériels, qui seront évoqués dans le paragraphe 1.1.2.4. Elle est également indispensable au développement de la nourriture, directement via la pêche ou indirectement par l'irrigation des plantes. L'ensemble des ressources paléoéconomiques de la plaine alluviale sont issues de cette unité « linéaire ».

Enfin, les unités ponctuelles sont à l'image de leurs terminaisons, peu fréquentes et/ou limitées dans l'espace. On distingue entre autre dans ce groupe les sources d'eau, la nourriture non domestique (en opposition à la nourriture issue de l'agriculture), la faune. Ce type de ressource n'est pas spécifique à l'occupation de la plaine. Son rôle dans le choix du lieu d'implantation peut cependant être décisif, en particulier chez les populations nomades en quête d'abris saisonniers.

1.2.1.3. Les contraintes

Le principal facteur limitatif à l'installation dans la plaine alluviale correspond à l'exposition au risque de crue. Ces derniers se traduisent par des eaux stagnantes, propices aux bactéries et aux animaux vecteurs de maladies. Le risque de crue peut, à l'instar des ressources, être envisagé sous plusieurs prismes.

A l'échelle du territoire, la crue détruit les ressources et modifie le paysage. A l'échelle du site, elle peut détruire les habitats, les structures de stockage, et emporter hommes et animaux domestiques. Il convient cependant de nuancer l'ampleur du risque, en fonction notamment de la taille, du régime et de la dynamique du cours d'eau. Une crue annuelle peut être bénéfique, voire même une ressource indispensable au développement d'une civilisation comme dans le cas du Nil. La notion de vulnérabilité dans la plaine alluviale est donc essentiellement liée à notre culture moderne, où les risques technologiques et urbains sont plus élevés en raison d'une occupation plus dense. On note cependant de nombreux gisements marqués par des crues récurrentes, probablement lié à une illusion de sécurité face à une distribution aléatoire des aléas. La nuisance et la résilience d'une population sont difficiles à estimer, face à la variété de la perception du risque et des pertes dites « acceptables » au sein d'une même population à un instant précis. Globalement, les populations s'adaptent aux risques de crue, notamment par des aménagements sur le cours d'eau ou dans la plaine alluviale. Ces stratégies d'adaptation sont alors proportionnelles à l'ampleur du risque, dans la limite de la mémoire collective. En revanche, l'abandon d'un emplacement en réponse à la récurrence des crues reste très rare et résulte majoritairement d'une association de facteurs politiques, économiques et environnementaux défavorables.

En conséquence de ces événements hydrologiques plus violents peuvent se former des zones d'eaux stagnantes, voire de marécages, favorables au développement de bactéries vecteurs de maladies (Brown 1997). Avant la chenalisation et le drainage à grande échelle des plaines alluviales, malaria, peste ou encore choléra étaient, entre autre, des risques sanitaires courants véhiculés par l'eau ou les animaux. En Europe, le virus de la malaria (*Plasmodium vivax*) est moins mortel que son cousin tropical, mais se développe de la même façon dans les eaux stagnantes, et est véhiculé par les moustiques. La peste se transmet à partir des rats, qui pullulent dans ces environnements humides, tandis que le choléra prolifère dans les eaux usées non traitées. Ces risques sanitaires liés à une installation dans la plaine alluviale sont donc à prendre en compte dans l'évaluation du risque. Il pourrait toutefois avoir été exacerbé par les populations depuis la période Moderne, avec l'identification de la relation entre zones humides et maladies.

Enfin, la plaine alluviale constitue un espace mal sécurisé, ou nécessitant d'importants moyens techniques. Lorsque l'on aborde la question de la sécurité dans la plaine alluviale, le chenal devient l'élément central de la réflexion. Comme le souligne Beckinsale (1969), le chenal ne constitue que rarement une frontière majeure. En cause, l'inconstance de son tracé, son attractivité pour les populations et la nécessité de cohabiter avec l'autre pour garantir la pêche ou la navigation. Sa défense nécessite de gros moyens humains et matériels, en raison de la large surface de contact. Dans la plaine alluviale, ces contraintes sont accentuées par un relief peu marqué et donc une visibilité de l'ennemi nulle et une population vulnérable sans possibilités de retrait rapide à l'abri en hauteur. Les larges cours d'eau larges peuvent toutefois se révéler un atout défensif par leur caractère très ponctuellement franchissable. Les moyens de défense sont alors plus restreints et localisés, mais ce paramètre reste un facteur non déterminant dans l'installation des populations dans les plaines alluviales (Brown 1997).

1.2.1.4. Les aménités

Les ressources non matérielles sont des critères aussi importants dans le choix du lieu d'occupation que les ressources matérielles. Difficilement quantifiables et très subjectives, leur restitution est complexe dans le cas de populations anciennes. Certaines sont cependant identifiables au travers des éléments matériels mis à jour.

Les ressources non matérielles renvoient au concept d'aménité qu'il est nécessaire de préciser. Ce terme désuet est défini dès l'Antiquité par Cicéron, désignant « *un lieu d'agrément* », « *plein de charme* » (Caelen et Pellegrin 2009). Sa définition est précisée, voire affinée par l'OCDE (1999 *In* Caelen et Pellegrin 2009) pour qui les aménités sont « *des structures uniques, naturelles ou construites par l'homme telles que la flore et la faune, les paysages cultivés, le patrimoine historique, voire les traditions culturelles. Elles se distinguent des caractéristiques ordinaires de la campagne car elles sont reconnues comme précieuses ou, en terme économique, exploitables. Il s'agirait de lieux et de traditions dont certains individus ou la société dans son ensemble peuvent tirer une utilité* » (OCDE 1999 *In* Caelen et Pellegrin 2009, p. 110).

L'essence même des aménités, leur matérialité faible ou leur immatérialité, rend leur restitution complexe pour les populations anciennes. Il s'agit de critères subjectifs, dépendants de l'histoire des individus et à plus grande échelle des sociétés, et uniques, propres à une région précise. A l'instar de la perception du risque, la définition des aménités peut souffrir de la perception moderne du territoire. Il s'agit donc de se concentrer sur les vestiges de l'exploitation de ces aménités pour tenter d'en définir les différents aspects cohérents et contemporains de la chronologie de l'occupation étudiée.

Parmi les aménités, une fonction récurrente est associée à la vallée et *in extenso* à la plaine alluviale, l'axe de communication et de diffusion (Brown 1997, Dumont 2000, Floss 2000). La

facilitation des transports et des échanges sont des aménités de l'installation dans la plaine alluviale et ont permis de conceptualiser la notion moderne de « corridor » (Whebell 1969 *In* Lasserre et Rissoan 2002), applicable aux couloirs fluviaux. Les conditions environnementales, et notamment climatiques, sont souvent plus stables que sur les reliefs alentours, et la topographie plane facilite les installations (Lasserre et Rissoan 2002). Ainsi, l'axe Rhin-Saône-Rhône offre des conditions de circulation et d'installation optimales à l'ouest des chaînes alpines et des Carpates, dans le plus petit isthme méridien de l'Europe. A plus petite échelle, les vallées favorisent les contacts entre les différentes cultures. Ce constat peut aujourd'hui être appuyé par les processus de néolithisation de l'Europe. La colonisation de cet espace (Guilaine 2003, Mazurié de Keroualin 2003) trouve son origine dans la vallée du Danube, avant de remonter successivement les vallées fluviales vers le Nord et l'Ouest. Les modèles d'acculturation (Alexander, Moore, Zvelebil et Rowley-Conwy...) démontrent le rôle prépondérant des vallées et des plaines alluviales dans la diffusion de la culture néolithique, suivant un protocole quasi-identique : installation des nouvelles populations néolithiques dans les plaines puis contacts croissants avec les populations mésolithiques indigènes. En Espagne, si la néolithisation des côtes par progression saltatoire semble attestée, l'utilisation de voies continentales comme la vallée de l'Ebre n'est en effet pas à exclure en raison des liens culturels étroits entre les communautés du Pays Basque espagnol et du versant méditerranéen (Marchand et Manen 2004). Ce même corridor fluvial pourrait avoir joué un rôle déterminant dans la néolithisation du sud-ouest de la France. Cette question est au cœur des interrogations sur le rôle de l'axe garonnais dans la diffusion du néolithique ancien vers la façade atlantique, et de la réalité du concept d'« isthme gaulois » développé par Strabon.

D'autres aménités sont inhérentes aux plaines alluviales : le transport, le passage à gué, les échanges, les pratiques rituelles et/ou cultuelles et la notion de territoire sont des paramètres d'installation importants mais difficilement appréciables archéologiquement. En effet, les secteurs de passage à gué ont fréquemment permis le développement de l'occupation même après la construction d'un pont, associé à la facilité des échanges par les constructions de ports le long du cours d'eau. Le cours d'eau a souvent vocation de frontière naturelle à garder, sans toutefois être un élément de défense, en raison de la difficulté à la protéger en cas d'affrontement. La signification rituelle et cultuelle du cours d'eau est enfin un facteur non négligeable, bien que difficilement restitué en archéologie, dont le Nil en est l'exemple le plus marquant.

Les aménités prennent donc des formes diverses, mais ne peuvent être généralisées. Nous n'évoquons ici que les aménités exploitables et pour lesquelles des témoignages ont été découverts dans la plaine alluviale de la Garonne.

Ainsi, l'attrait de la plaine alluviale pour les populations s'impose à l'archéologie à mesure de la prise de conscience de la variabilité des notions de « vulnérabilité », « risque » et « enjeu ». Le bilan entre les facteurs négatifs et positifs a évolué au cours du temps, sous l'influence de paramètres environnementaux, socio-économiques mais aussi de la forte capacité d'adaptation des populations. Les choix d'un emplacement restent encore très souvent flous, et l'opposition ressources/contraintes ne peut être qu'un premier pas dans la compréhension des processus de réflexion. Ils doivent notamment être associés aux aménités des plaines alluviales. En effet, la topographie et l'homogénéité de ces formations favorise les échanges et le transport des populations depuis la Préhistoire, ces pratiques gagnant en intensité au cours de l'histoire. La néolithisation de l'Europe démontre le rôle majeur des couloirs fluviaux dans la diffusion des pratiques culturelles et sociétales au sein du territoire. Ces phénomènes renforcent l'hypothèse d'un attrait particulier des plaines alluviales pour les populations et donc d'une occupation relativement dense. Il n'est cependant pas universel et continu depuis le Néolithique, comme le montre les processus de Néolithisation

danubiens, inféodés à l'évolution des loess et non à la plaine alluviale. La question de la surévaluation du rôle des plaines dans les processus d'évolution sociétaux et humains est donc à développer.

Les relations entre sociétés et plaine alluviale sont donc imprégnées de complexité, marquées par de multiples paramètres variables dont l'interaction nous échappe fréquemment en raison de notre vision contemporaine. La restitution du rythme de l'occupation permet de poser les jalons nécessaires à l'approfondissement de la réflexion.

1.2.2. Évolution du peuplement dans la plaine alluviale depuis le Néolithique

La relation entre foyers culturels et grandes vallées fluviales, si elle connaît des exceptions, est un fait constaté de longue date. Le rôle du contrôle de l'eau dans la construction de sociétés hiérarchisées a également été mis en avant et désigné sous le terme de « civilisations hydrauliques », notamment autour du Nil, de l'Indus ou encore de l'Euphrate.

1.2.2.1. A l'échelle mondiale

Afin de conserver une certaine cohérence dans notre analyse, nous nous référerons ici aux plaines alluviales des fleuves évoqués précédemment (cf. §1.1.3.). L'histoire du peuplement dans les plaines alluviales holocènes des grands fleuves du globe présente de fortes disparités mais un élément commun se dégage, la faiblesse des données disponibles.

En Amérique du Nord, les profondes modifications de l'étroite plaine alluviale du Colorado, dans le secteur du Grand Canyon en Arizona, par la construction du barrage de Glen Canyon ont considérablement altéré la restitution de l'occupation holocène en aval (Draut *et al.* 2008). Ce sont cependant près de 500 sites archéologiques qui ont été inventoriés par les travaux de Fairley *et alii* en 1994, dans les zones préservées des variations hydrologiques, où l'aridité a poussé les populations à se rapprocher du fleuve mais également à coloniser les crêtes rocheuses aux abords du Grand Canyon (Draut *et al.* 2008, Anderson et Neff 2011). Emprunté dès 12000 BC par les populations paléoindiennes, ce corridor fluvial a enregistré les premières occupations durant la Période Archaïque (8000 BC-1000 AD), et se développent entre 1000 BC et 500 AD (Early Agricultural Period). Une baisse du nombre de sites recensés est constatée entre 500 et 1000 AD, correspondant aux périodes de Basketmaker III (500-800 AD) et Pueblo I (800-1000 AD), mais cette évolution est probablement le résultat des recouvrements postérieurs naturels ou des réoccupations. Cependant, l'étude de ces sites montre une occupation semi-permanente, liée à l'acquisition de ressources et à la transformation de ces dernières sous la forme de concentration de mobiliers et des vestiges à caractéristiques thermales.

A partir de 1000 AD et durant les cultures Pueblo II (1000-1150 AD) et III (1150-1250 AD), l'occupation du Grand Canyon change radicalement sous les effets de la croissance démographique, le pic étant atteint entre 1075 et 1170 AD. Les populations colonisent de nouveaux espaces dans la plaine alluviale, avec un éloignement progressif du chenal, tandis que la pérennisation des habitats est matérialisée par des constructions à structures maçonnées semi-souterraines. Les observations montrent que tous les vestiges d'habitats datés de Pueblo II sont enfouis sous des dépôts alluviaux, contrairement à ceux de Pueblo III, où seuls les dépotoirs et les secteurs d'activités ont été soumis aux aléas hydrosédimentaires, démontrant une évolution possible de la prise en compte du risque entre les deux périodes, qui se traduirait par une sectorisation des activités. A l'ouest, dans la vallée du Mississippi, les sites sont rares, dispersés et fréquemment confinés aux versants de la plaine alluviale avant 5900 BP, plus rarement dans la plaine sur les niveaux tardiglaciaires (Kidder *et al.*

2008). La stabilisation postérieure du milieu favorise l'occupation de la plaine alluviale et le rayonnement culturel, avec la construction des premiers tumulus entre 5400 et 4800 BP, notamment dans le nord de la Louisiane. L'expansion de l'occupation n'enclenche cependant pas la mise en valeur des formations sédimentaires post-glaciaires. Entre 4800 et 3800 BP, une baisse générale de l'occupation est observée dans toute la plaine alluviale du Mississippi, qui connaît alors une activité hydrosédimentaire en augmentation. Les plaines alluviales sont à nouveau occupées à la fin de la période jusque vers 3000 BP. Les échanges entre les populations des différentes vallées du bassin versant s'intensifient, notamment dans la partie ouest désertée par le Mississippi et la vallée du Tensas. Entre 3000 et 2500 BP, une grande réorganisation culturelle, perceptible dans toute la vallée du Mississippi, est synchrone d'une période de forte activité hydrosédimentaire, qui aboutit à une transformation du paysage de la plaine et des lieux d'occupation. Ainsi, les levées bien drainées et à l'abri des risques de crue dans la plaine constituent des lieux d'installation privilégiés à partir de 2500 BP, tandis que la stabilité générale du paysage entraîne une densification de l'occupation dans la plaine alluviale du Mississippi. Les aléas hydrosédimentaires ont contraint les populations à des migrations régulières au sein de la vallée et de la plaine alluviale, notamment entre 1000 et 800 BP où la modification des conditions environnementales est synchrone de la transition culturelle Late Woodland/Mississippian Culture. La densité de l'occupation ne semble cependant pas être influencée par ces variations et reste importante et stable après 800 BP dans la plaine alluviale du Mississippi. Les abords du chenal restent cependant rarement occupés, bien que les populations semblent accepter les risques inhérents à l'occupation de la plaine alluviale du Mississippi malgré la levée de digues dès le XVIII^e siècle.

Sur les grands cours d'eau d'Amérique du Nord, les dynamiques de peuplement semblent fortement influencées par les aléas hydrosédimentaires, aussi bien en ce qui concerne le développement socio-économique que la structure spatiale du peuplement. Les périodes d'expansion dans la plaine alluviale semblent corrélées avec les phases hydrosédimentaires favorables.

En Asie, les données archéologiques sont très lacunaires et ne donnent qu'une vision limitée du schéma d'occupation des plaines alluviales. Dans la vallée du Yang Tsé, les premières occupations sont localisées dans le cours moyen dès 8500 BP, tandis que les sections haute et basse présentent un vide archéologique jusque respectivement 7600 et 7000 BP (Wang *et al.* 2012). Les conditions environnementales sont, en ce sens, un paramètre déterminant dans le choix d'installation des populations, la haute vallée présentant un relief escarpé peu favorable à l'occupation et des conditions climatiques difficiles contrairement au cours moyen riche en lacs et en vastes plaines.

Des conditions environnementales différentes ont contribué à une occupation occasionnelle dans la vallée du Huand Hé dès le Mésolithique, datés sur les sites de Layihai et Shalongka respectivement à 8300-8150 BP et 7600 BP (Dong *et al.* 2013). Cette précocité est cependant nuancée par un important hiatus dans le schéma d'occupation entre 7600 et 5900 BP, probablement d'origine taphonomique et relié à des conditions climatiques chaudes et humides stables durant l'Atlantique (Liu *et al.* 2002, An *et al.* 2006, Dong *et al.* 2013).

Dans la plaine deltaïque du Yang Tsé, l'importance de l'exposition aux aléas climatiques, hydrosédimentaires et marins contraint fortement les occupations (Wang *et al.* 2012). En réponse, ces dernières montrent une variation de leur altitude d'implantation. Celles-ci sont interprétées comme des altérations dans le modèle de distributions liées aux variations des nappes phréatiques et du niveau marin dans le delta. Les deuxième et troisième terrasses constituent alors les secteurs d'occupation privilégiés lors des périodes de forte activité fluviale et/ou de haut niveau lacustre (Atahan *et al.* 2008, Chen *et al.* 2008, Wang *et al.* 2012). Dans le delta, les pratiques d'approvisionnement (chasse, cueillette) sont encore dominantes au Néolithique, bien que

synchrones des premières traces de mise en culture du riz datées vers 7850 BP (Qin *et al.* 2011). Le riz domestique nécessite de grandes quantités d'eau douce, contrairement aux variétés sauvage adaptées aux environnements saumâtres, ce qui constitue un paramètre essentiel de localisation des populations dans la plaine deltaïque. Dans la province du Qinghai (haute vallée du Huang Hé), les pratiques agricoles liées au millet, identifiées dès le début de l'Holocène au nord de la Chine, sont diffusées à partir de 5900 BP par les peuples de culture Yangshao récent et Majiayao ancien et moyen (Dong *et al.* 2013). Entre 5450 et 4600 BP, la vallée est densément peuplée, mais un important épisode de sécheresse entre 5000 et 4700 BP semble responsable d'une baisse drastique des installations. Entre 4600 et 4350 BP, à la transition Majiayao moyen et final puis durant la période Qijia, l'occupation est moins dense à nouveau tandis que les populations se déplacent à l'est de la vallée et colonisent les zones basses près des cours d'eau, qui connaissent alors un régime d'assèchement lié au climat qui favorise la culture du millet. Dès 4300, un épisode climatique humide, perceptible dans plusieurs secteurs, contraint les populations à s'installer à nouveau dans les zones plus élevées, jusque sur les versants et à adopter de nouvelles stratégies de subsistance comme le pastoralisme. L'occupation reste faible jusqu'à 3650 BP, malgré un climat plus sec dès 4000 BP. Ce n'est que lors de la mise en place d'un climat plus froid et sec (3650-3600 BP) que les populations colonisent à nouveau la haute vallée du Huang Hé et notamment la plaine alluviale, avec une proximité marquée des sites avec le chenal principal. Dans le bassin du Qinghai (Huang Hé), la culture Kayue post-3600 BP montre une forte augmentation de l'occupation après 2800 BP et un épisode de refroidissement climatique, avec une très nette tendance à l'installation à des altitudes supérieures aux précédentes, loin des cours d'eau (Dong *et al.* 2013). En revanche à l'est, les sites de culture de Xindian synchrones, dans le bassin de Guanting, se situent plutôt dans les zones basses, en raison de leurs pratiques agricoles sédentaires. Cet accroissement de l'occupation perdure jusque vers 2250 BP, probablement sous l'action conjointe d'un climat favorable et d'avancées technologiques. Depuis, l'anthropisation des plaines alluviales est croissante et continue, associé à un impact de plus en plus fort sur le paysage et les processus hydrosédimentaires.

En Afrique, la plaine deltaïque du Nil voit ses premières occupations après la transgression marine identifiée entre 8500 et 7500 BP (Phillipps *et al.* 2012). Plus au sud, l'occupation de la vallée du Nil est légèrement plus tardive, entre les VII^e et le VI^e millénaires lors d'une phase d'assèchement climatique contraignant une partie des populations nomades à descendre ou à se sédentariser dans la vallée en Haute-Egypte (Brooks 2006). L'occupation de la vallée est immédiatement suivie de la mise en culture des paysages et de l'irrigation artificielle systématique, en grande partie pour le maintien des cheptels. A la fin de la période prédynastique, l'accroissement de la densité de population issue d'une réduction des terres exploitables et habitables coïncide avec une modification socio-économique du paysage et une adaptation des pratiques agricoles. En raison de l'aridification de la Haute-Egypte, la migration des populations de culture Naqada vers le nord conduit à la réunification de l'Egypte aux alentours de 5200 BP et à une occupation intensive des rives du Nil aux alentours de 5000 BP (Nicolls 2004, Ghilardi et Tristant 2012). La persistance de cet environnement aride a contraint l'occupation dans la vallée du Nil depuis la fin du Néolithique, les populations ayant mis au point des stratégies d'adaptation élaborées pour tirer le meilleur parti des crues du fleuve, tandis que la faiblesse de la bibliographie ne permet pas d'appréhender les variations d'occupation.

1.2.2.2. A l'échelle ouest-européenne

En Europe, la réalisation d'un schéma d'occupation des vallées des grands fleuves est plus complexe en raison de du caractère éparé des données, bien que les études ponctuelles soient très nombreuses. L'objectif de l'étude n'étant pas de procéder à un répertoire de l'occupation pour

chaque fleuve, nous dresserons uniquement les grandes lignes communes à l'ensemble du territoire européen.

Deux courants de diffusion s'affrontent au cours de la Néolithisation de l'Europe occidentale, au nord du Proche-Orient à la Grande-Bretagne, au sud par le littoral méditerranéen puis atlantique (Guilaine 2003, Marchand et Manen 2006, Turney et Brown 2007). De nombreuses questions restent toutefois en suspens sur les processus de néolithisation de la façade atlantique. Plus au sud, les sites sont peu nombreux mais on note une occupation néolithique ancienne des vallées, notamment celle de l'Ebre dès le VII^e millénaire BC (Marchand et Manen 2006) où les dernières installations mésolithiques montrent une influence néolithique grandissante et l'apparition des premiers sites du Cardial (Berger et Guilaine 2009).

Dans le Bas Aragon, on observe la migration des populations vers le nord du bassin, avec un abandon de la moyenne plaine de l'Ebre entre 8000 et 7300 BP puis un retard d'occupation jusqu'à la fin de l'Holocène ancien (González-Sampériz *et al.* 2009).

Dans la vallée du Danube, la transition Mésolithique-Néolithique correspond à une désertification des sites riverains de la plaine alluviale, probablement en raison de l'accentuation des phénomènes hydrosédimentaires. Vers 5500 BC, la culture LBK (Linear Bandkeramik) s'étend du Danube au nord de l'Allemagne et du Rhin au Dniepr, avec l'introduction de l'agriculture qui reste dans un premier temps limitée aux secteurs loessiques (Dotterweich 2008). Les impacts anthropiques ne sont réellement perceptibles qu'à partir du Néolithique moyen, en particulier dans la plaine du Rhin au sud de Francfort (Dambeck et Thiemeyer 2002). À l'Âge du Bronze, on observe une déprise généralisée des plaines alluviales et des vallées qui ont été mises en relation avec des fluctuations climatiques et hydrosédimentaires, sans recul démographique (Dambeck et Thiemeyer 2002, González-Sampériz et Vicién 2002, Dotterweich 2008, Notebaert et Verstraeten 2010). Dans la vallée de la Tamise, la plaine alluviale est essentiellement destinée au pâturage, l'occupation n'est que ponctuellement attestée (Parker *et al.* 2008). Sur le Rhin, à Roeschwoog (Bas-Rhin), la faiblesse de l'occupation est démontrée par une présence limitée d'indices polliniques d'anthropisation (Vigreux *et al.* 2012) tandis que les occupations pré- et protohistoriques sont de manière générale peu nombreuses dans le Ried nord (Lasserre *et al.* 2011).

Ce phénomène tend à s'inverser localement au Bronze final, notamment le BFIIIb, où la plaine alluviale devient un milieu attractif. Des causes climatiques ont été invoquées à cette stabilisation de l'occupation. L'Âge du Fer présente une grande variabilité de l'occupation, à la fois temporelle et spatiale. Le Hallstatt marque un repli de l'occupation des plaines alluviales en Europe de l'ouest qui coïncide avec une forte dégradation hydro-climatique en Europe du Nord (Van Geel, 2004). En Aragon, l'importance des accumulations sédimentaires dans la plaine (Bravard *et al.* 1992) limite l'occupation de la moyenne vallée de l'Ebre. Seuls les habitats de hauteur perdurent dans un contexte des impacts anthropiques sur le paysage (González-Sampériz et Vicién 2002), comme dans la vallée du Rhin (Vigreux *et al.* 2012) ou de la Tamise avec l'expansion des pratiques agro-pastorales et la remontée de l'occupation en altitude (Parker *et al.* 2008). Ces phénomènes s'amplifient encore davantage à la Tène. En revanche, on observe une certaine continuité depuis l'âge du Bronze dans les plaines alluviales en Europe de l'est, avec l'aménagement du paysage à des fins agricoles et une densité d'occupation stable, hormis une légère baisse à la fin de la Tène (Dambeck et Thiemeyer 2002, Dotterweich 2008, Notebaert et Verstraeten 2010).

À l'époque romaine, et plus particulièrement au Haut Empire, l'emprise de l'homme sur le milieu atteint des niveaux encore inégalés et les aménagements se propagent au chenal. En Espagne, la déforestation devient massive et à l'est, dans le bassin de l'Ebre, les prélèvements polliniques montrent une hausse des taxons agricoles en plaine alluviale et un resserrement de l'occupation autour du fleuve (González-Sampériz et Vicién 2002, Thorndycraft et Benito 2006a). Dans la plaine du

Rhin, le milieu est fortement perturbé par l'occupation et les pratiques agro-pastorales (Vigreux *et al.* 2011). Malgré une importante récurrence des crues identifiées dans la stratigraphie, les populations réinvestissent immédiatement leurs installations, démontrant un imperturbable plan d'urbanisation de la plaine alluviale (Ollive *et al.* 2006, 2008). En Europe de l'est, 10 à 20% du territoire est dévolu à l'agriculture dans un espace largement occupé par la grande forêt hercynienne. Cependant, la densité de population augmente également avec l'occupation des vallées et des plaines alluviales, notamment du Danube et de la Vistule (Dotterweich 2008, Notebaert et Verstraeten 2010). Cette occupation dense du sol s'inverse dès le IV^e siècle ap. J.-C. et les plaines alluviales, et plus largement les paysages de l'Europe de l'est ne retrouveront de densité égale qu'au début du XIV^e siècle et pendant moins d'un siècle, avant une nouvelle désertion (Dotterweich 2008). Les mauvaises récoltes, les perturbations écologiques et les famines contribuent à la migration des populations vers le sud durant la première déprise, les causes de la seconde faisant toujours l'objet de débat. Ce phénomène est également observé dans la plaine alluviale du Rhin, où l'Antiquité Tardive est marquée par l'abandon de nombreux sites (Ollive *et al.* 2008), tandis que les occupations médiévales montrent une exploitation intermittente du milieu (Vigreux *et al.* 2011). A l'ouest, la chronologie d'occupation est globalement similaire, avec une forte déprise au IV^e siècle ap. J.-C., plus modérée au XIV^e s. (González-Sampériz et Vicién 2002, Arnoux 2005, Thorndycraft et Benito 2006a). L'ensemble du Moyen-âge correspond à une déprise rurale au profit des villes et villages, mais on note une forte augmentation démographique aux XI-XIII^e siècles ap. J.-C., *i.e.* une extension des zones d'installation dans les plaines alluviales (Arnoux 2005). Sur l'ensemble des vallées européennes, on observe une augmentation constante de l'occupation du Moyen-âge à aujourd'hui, en raison des progrès technologiques liés aux aménagements.

A l'échelle continentale, on observe une évolution globalement homogène de l'occupation des plaines alluviales. Au néolithique, le schéma peu dense pourrait ne pas être exhaustif, en raison de la fragilité des vestiges en contexte alluvial. En revanche, la déprise de la première moitié de l'âge du Bronze et de l'Hallstatt est commune à toute l'Europe, comme la reprise dès 2000 BP. En revanche, l'évolution post-IV^e siècle ap. J.-C. n'est associée par une nouvelle déprise qu'en Europe. Une évolution synchrone et similaire n'est perceptible au niveau international qu'à partir du Moyen-âge, avec l'augmentation de l'occupation des plaines alluviales. Ces seuils se retrouvent au niveau national, mais la plus haute résolution spatiale permet d'affiner la chronologie et les modalités de distribution.

1.2.2.2.1. Le Rhône

Le couloir rhodanien est un axe de communication primordial entre le sud et le nord de la France et permet, associé aux vallées de la Saône et du Rhin, l'accès à la moitié nord de l'Europe. La plaine alluviale constitue donc un espace à fort enjeux et révèle un certain dynamisme d'occupation étroitement lié à la dynamique fluviale.

Les premières traces archéologiques de l'occupation datent du Néolithique ancien cardial dans la plaine alluviale rhodanienne. Dans la partie médiane, ces occupations reposent souvent sur des sols bruns à gris décarbonatés du couloir alluvial, voire sur les cônes détritiques aux confluences, comme sur le Roubion daté à 6500 BP (Berger 2003). Elles semblent rester très ponctuelles, comme le corrobore l'impact mineur sur les assemblages végétaux jusqu'au Néolithique moyen. Toutefois, à l'échelle du sud-est de la France, on note dès 7500 BP le développement du chêne vert en Provence et l'augmentation des pollens herbacées sur le site de Courthézon au détriment de la chênaie à chêne pubescent sous l'influence probable des premiers défrichements (Berger 2003). Au nord, à Lyon, les plus anciennes occupations sont plus tardives, matérialisées par des dépôts épars de

mobiliers datés du Néolithique moyen dans la plaine de Vaise (Bellon et Perrin 2007). A partir de 6000 BP, les premiers signes d'impacts anthropiques sont perceptibles sur les assemblages végétaux dans le sud de la France, notamment par des défrichements épisodiques et le développement de l'agriculture, bien que les plaines alluviales semblent rester à l'écart (Berger 2003).

Jusqu'à la transition avec le Chalcolithique, l'occupation de la vallée de Rhône est croissante et, se développe sur l'ensemble des unités morphologiques, y compris en zone inondable, comme en témoigne le site campaniforme du 7^{ème} arrondissement de Lyon ou la concentration des sites en très basse plaine du Tricastin à proximité du cours du Rhône (Berger 2003, Bellon et Perrin 2007). La transition Néolithique/Âge du Bronze reste mal définie dans la moyenne vallée du Rhône (Berger *et al.* 2000, Berger 2003), où un hiatus d'un siècle minimum (2200-2100 BC) perturbe l'évolution *in situ* du Campaniforme au Bronze ancien (Vital 2010). Les rares sites documentant cette période, dans la plaine de Vaise, ne proposent pas d'occupations continues. Ils sont associés au Campaniforme, dont l'héritage culturel au Bronze ancien est identifié au niveau supra-régional. L'occupation dans les vallées est liée au développement d'une agriculture « capitalo-intensive » (Vital 2010, p. 251) tandis que les réseaux d'échanges entre l'ouest et l'est de l'Europe sont réactivés. Les travaux de Mordant *et alii* (2003) démontrent en particulier le rôle du Rhône et de la Saône dans la circulation des objets en bronze à travers l'axe rhodanien durant l'ensemble de l'âge du Bronze. Plus globalement, l'anthropisation de la vallée reste relativement élevée et reprend de l'altitude sous l'influence de la péjoration climatique démantelant les sols (Berger 2003).

Au Bronze moyen, les données d'occupation sont plus rares, associées à un phénomène de régionalisation culturelle, mais montrent une occupation pérenne des zones de moyenne altitude et la désertion des basses plaines (Berger *et al.* 2000, Berger 2003, Vital 2010, Berger 2011). L'habitat en grotte est privilégié et l'hypothèse d'un retrait culturel peut être envisagée. Ce phénomène s'étend sur toute la plaine rhodanienne et perdure globalement jusqu'à la fin du Bronze final IIa (Berger *et al.* 2000, Berger 2003). La probable croissance démographique et la stabilisation du milieu entraînent une reprise progressive de l'occupation dans les zones de basse altitude, en particulier au sein des plaines alluviales du bassin rhodanien qui constituent un axe de communication privilégié (Berger 2003, Vital 2010). La concentration maximale de l'occupation en milieu alluvial est atteinte au BFIIIb et se stabilise jusqu'au début du 1^{er} âge du Fer, avec un fort impact sur les sols en limitant les processus d'érosion et sur l'assemblage végétal (Berger 2003). Ce schéma d'occupation est interrompu au 1^{er} âge du Fer par forte reprise hydrosédimentaire, limitant toute possibilité d'installation pérenne et les pratiques agricoles dans les basses plaines alluviales jusqu'au milieu de l'âge du Fer dans tout le bassin rhodanien excepté la partie inférieure (Bravard *et al.* 1992, Bravard 1997, Provansal *et al.* 1999, Berger 2003, Bellon et Perrin 2007, Berger *et al.* 2008, Vérot-Bourrely *et al.* 2010, Berger 2011). Cette dynamique alluviale très forte et l'érosion des sols associés contraignent aujourd'hui la restitution du schéma d'occupation, avec un recensement très limité des sites archéologiques dans la plaine alluviale, même en position secondaire, tandis que les populations ont colonisé les zones de moyenne altitude. Une légère hausse des sites est toutefois observée au V^e siècle av J.-C. sous un ralentissement probable de l'activité hydrosédimentaire. Elle se stabilise au début du 2^{ème} âge du Fer, favorisant le développement des sols, une forte expansion agropastorale et une reprise de l'occupation des plaines alluviales jusqu'au début de l'Antiquité du Rhône mais également des affluents (Bravard 1997, Provansal *et al.* 1999, Berger 2003). Au II^{ème} siècle av. J.-C., les fondations du futur site de Lugdunum se mettent en place (Bellon et Perrin 2007). L'Antiquité est synonyme d'extrême fragilisation des milieux, en raison notamment d'un renforcement de la pression anthropique. Le Haut Empire représente le maximum de l'occupation romaine dans la vallée du Rhône, avec une expansion maximale au cours du I^{er} siècle ap. et une occupation de toutes les unités morphologiques (Bravard 1997, Berger *et al.* 1997, Provansal *et al.* 1999, Salvador *et al.* 2002, Berger 2003). A Lyon et surtout à Vienne, des entrepôts ont été localisés

en bordure du chenal et les habitations adjacentes font régulièrement l'objet de remblaiement (Bravard 1997). Dans ce contexte d'occupation intensive, les aménagements tendent dès lors à couper le fleuve de la plaine alluviale, comme à Arles (Arcelin *et al.* 1999), ou dans la moyenne vallée du Rhône, où le drainage et l'exploitation plus massive des terres nivelle le relief en association avec une dégradation des sols sous l'action des ruissellements (Jung et Odiot 1999, Berger 2003). Au II^{ème} ap. J.-C., la déprise de l'espace rural est initiée par la politique de réorganisation agraire, conjointement à la récurrence des crues jusqu'au III^{ème} siècle ap. Ces dernières ont un impact relativement limité sur l'occupation, avec en plaine l'aménagement des berges et le remblaiement régulier des niveaux d'habitats. Au Bas Empire, le schéma d'occupation est encore mal défini, notamment en raison des processus géomorphologiques postérieurs ayant dégradé les informations associés aux conséquences de la réorganisation agraire. Une tendance au pastoralisme est cependant détectée dans les exploitations subsistantes tandis que les basses plaines alluviales semblent désertées au profit de zones en hauteur (Bravard 1997, Berger *et al.* 1997, Provansal *et al.* 1999, Berger 2003). Ce schéma perdure jusqu'à la fin de l'époque mérovingienne, avec une remontée plus nette de l'habitat sans réelle déprise à la transition Bas Empire/Haut Moyen-âge sous l'action d'une nouvelle crise hydrosédimentaire (Berger *et al.* 1997, Berger 2003).

Entre les VIII^e et X^e siècles, la représentation de l'occupation souffre d'une absence générale de sites carolingiens, malgré la stabilité synchrone du milieu. A la fin du Haut Moyen-âge et au Bas Moyen-âge, la croissance démographique amène une nouvelle vague d'occupation, notamment dans la plaine alluviale, qui atteint son paroxysme au début du XIV^e siècle, associée à un défrichement massif et une expansion des pratiques agricoles jusque dans les basses plaines alluviales (Berger 2003). Depuis la période Moderne, l'occupation de la plaine alluviale est croissante, malgré une installation préférentielle dans les zones plus élevées, grâce aux nombreux aménagements du chenal et de la plaine limitant les risques d'inondation.

1.2.2.2.2. La Loire

La Loire forme un grand couloir traversant la France d'est en ouest à la suite de la vallée du Rhône. Malgré un intérêt pour les processus géomorphologiques depuis une trentaine d'années, le schéma d'occupation de la plaine alluviale reste moins précis que dans la vallée du Rhône, notamment en raison des sources utilisées. Les données paléoenvironnementales constituent une grande partie des sources, au détriment des vestiges archéologiques.

En Haute-Loire, la migration latérale du chenal a détruit les vestiges de l'occupation de la très basse plaine alluviale, qui représente environ un tiers de l'espace alluvial, contrairement à la basse plaine surélevée et donc riche en gisements *in situ* (Cubizolle *et al.* 2006). Cependant, le Néolithique reste faiblement représenté dans ce secteur où l'occupation antérieure au 2^{ème} âge du Fer est mal identifiée (Lavendhomme 1997, Cubizolle et Georges 2001). Dans la Loire moyenne, la néolithisation ancienne est diffuse, attestée par des vestiges d'installation épars dans la plaine alluviale, notamment sur le site de La Pierre du Lane (Val Triple) et à Cinq-Mars-La-Pile (Val Langeais) (Carcaud *et al.* 2002). Ces occupations sont globalement continues jusqu'au Néolithique récent/final. Elles sont associées à la culture de céréales et à un déboisement localisé à partir de 6675 BP dans le Val Triple (Carcaud *et al.* 2002, Visset *et al.* 2002). La présence à l'état sauvage du noyer, dès le Néolithique ancien dans le Val Triple et dans le Val d'Avaray (Garcin *et al.* 1999, Carcaud *et al.* 2002) mais également en Loire océanique (Visset *et al.* 2004), nous pousse, à notre tour, à questionner son statut de marqueur uniforme de l'anthropisation gallo-romaine, encore très largement répandu aujourd'hui. Ce phénomène apparaît relativement « répandu » dans l'ouest de la France, avec des découvertes ponctuelles similaires du Néolithique ancien à l'âge du Fer (Visset *et al.* 2004). Les données paléoenvironnementales constituent les principales sources d'information de

l'anthropisation néolithique de la plaine alluviale en raison d'une faible restitution archéologique. L'occupation est à peine plus dense au Bronze ancien, avec notamment la réoccupation des sites néolithiques en Loire-Atlantique (Provost 1988a) et dans la plaine du Forez (Cubizolle *et al.* 2006), où de nombreux habitats antérieurs à la fin du Bronze final IIIa ont été découverts dans la basse plaine au plus près du chenal, avant un vide archéologique (BFIIIb) déjà repéré sur les cours d'eau voisins comme la Saône. Cependant, dans la dépression de Limagne en aval, c'est au Bronze final IIIb qu'apparaissent les premières traces d'anthropisation (Georges *et al.* 2004), tandis qu'un renforcement ponctuel de l'occupation est observé au cours de la seconde moitié de l'âge du Bronze dans la partie inférieure de la Loire (Cubizolle et Georges 2001, Cubizolle *et al.* 2002). Dans la section moyenne, l'anthropisation de la plaine alluviale reste faible entre la seconde moitié du Néolithique et l'âge du Fer, phénomène bien marqué dans les diagrammes polliniques, notamment en raison d'une hausse de la dynamique hydrosédimentaire et du développement des zones humides en fond de vallées (Carcaud *et al.* 2002). L'agriculture se développe inégalement selon les secteurs, avec la stagnation de l'agriculture à Cinq-Mars-la-Pile (Val Langeais) malgré l'apparition du sarrasin tandis que les pratiques héritées de l'agriculture néolithique se renforcent dans le Val Triple. En Loire-Atlantique, le Bronze ancien est attesté dans l'estuaire par une civilisation campaniforme de type maritime hérité du Néolithique (Marchand et Manen 2006) et confond les sites du Néolithique et de l'âge du Bronze ancien (Provost 1988a). Au Bronze final, l'occupation apparaît plus dense, avec une représentation des différentes cultures de l'Europe de l'Ouest et des habitats similaires à ceux du Bronze moyen.

A l'âge du Fer, cette tendance à la désertion de la plaine alluviale perdure au moins durant la première phase. Dans le département de la Loire, la zone d'occupation préférentielle correspond à la haute terrasse, avec une distinction âge du Bronze/âge du Fer complexe (Lavendhomme 1997), comme dans la Nièvre (Bigéard et Bouthier 1996) ou le Loiret (Provost 1988b), où les oppida sont inconnues durant l'Hallstatt. Au cours de la Tène, l'anthropisation montre une reprise généralisée mais polyphasée, plus marquée à partir du III^e siècle av. J.-C. dans le cours moyen (Carcaud *et al.* 2002), et avec une très forte densité à la transition avec l'Antiquité en amont (Georges *et al.* 2004). L'exploitation agricole des basses plaines de la Loire pourrait avoir constitué un enjeu majeur en l'absence de perturbations hydrosédimentaires, circonscrites aux très basses plaines, et de grandes transformations paysagères sont perceptibles par une déforestation bien identifiée mais sans véritable essor de la céréaliculture (Carcaud *et al.* 2002, Georges *et al.* 2004).

Durant l'Antiquité, l'ensemble de la vallée ligérienne montre une occupation dense avec une interaction société/milieu croissante, accélérant le déboisement de la plaine et par conséquent l'humidification du milieu destiné au pâturage (Carcaud *et al.* 2002, Cyprien *et al.* 2004, Visset *et al.* 2004, Garcin *et al.* 2006). Dans la plaine du Forez, la couverture archéologique de la basse plaine alluviale est élevée jusqu'à la fin du I^e siècle ap. J.-C., avec de nombreux sites riches en mobilier. Dès le II^e siècle, les habitats les plus riches disparaissent de la basse plaine sous une restructuration et une diminution de l'occupation, non perceptible en aval dans la Limagne (Lavendhomme 1997, Georges *et al.* 2004). En revanche, ce déficit de sites s'accroît sur l'ensemble de la plaine du Forez aux III-IV^e siècles, avec une remontée de l'occupation en bordure des terrasses alluviales. Ce schéma d'occupation se reproduit sur la majeure partie du corridor fluvial. Celui-ci est marqué par le développement de nombreux ports, villes, villages dans la plaine alluviale jusqu'au III^e siècle ap. J.-C., par une navigation dense grâce à des voies latérales à la Loire nécessaires aux échanges puis par la recherche des zones insubmersibles et des terrasses alluviales (Provost 1988a, 1988b, Bigéard et Bouthier 1996, Lavendhomme 1997).

Au Moyen-âge, l'impact anthropique dans la dynamique alluviale est largement perceptible dans tous les secteurs de la Loire (Garcin *et al.* 2006), mais également au niveau du couvert végétal, avec une ouverture du paysage massive (Carcaud *et al.* 2002, Cyprien *et al.* 2004, Visset *et al.* 2004).

L'organisation de l'habitat est similaire à l'Antiquité, avec la réoccupation de sites antérieurs, mais les populations restent en bordure de la basse plaine, notamment dans le haut bassin. En aval, le Val Langeai et le Val Triple voient leurs espaces respectifs mieux occupés, avec le développement de l'urbanisation (Carcaud *et al.* 2002). Tours, par exemple, ville fondée au I^{er} siècle ap. J.-C., se limite au bourrelet alluvial jusqu'au X^e siècle puis s'étend en contrebas. Des digues sont élevées ponctuellement au XI^e siècle, mais leur diffusion se systématise à partir du XIV^e siècle. Elles faciliteront alors la colonisation de la plaine alluviale au Moyen-âge et jusqu'à l'époque Moderne, poussant d'ailleurs les populations à aménager le cours du fleuve de manière excessive.

Pour conclure, le schéma d'occupation de la vallée de la Loire bien que moins précis que celui du Rhône nous permet d'établir de grandes phases d'anthropisation. Ainsi, au Néolithique, l'occupation est faible mais attestée dans la plaine alluviale. Une hausse de l'anthropisation est attestée à la fin de l'âge du Bronze final, puis au cours de la Tène. La plaine est à nouveau désertée à la fin du Haut Empire, et ne sera réoccupée qu'à partir du X^e siècle. Cette rythmicité est donc globalement similaire à celle observée sur le Rhône.

1.2.2.2.3. La Seine

La restitution de l'occupation dans la vallée de la Seine est la plus incomplète. En effet, les plaines alluviales ont longtemps été délaissées scientifiquement et seuls les travaux de grande envergure issus de l'expansion de l'urbanisation ont permis au cours des vingt dernières années d'approfondir nos connaissances. Les lacunes restent encore importantes et ne permettent de dresser qu'une ébauche de l'occupation depuis le Néolithique. Le dépouillement des cartes archéologiques de la Gaule des départements concernés a largement contribué à cette synthèse et la mention des départements ici correspond uniquement aux secteurs de la plaine alluviale de la Seine ou de ses affluents.

Les premières traces d'activités pastorales dans le bassin Parisien ont été détectées au Néolithique ancien, bien qu'elles ne trouvent pas de résonance dans les sources archéologiques (Pastre *et al.* 1997, Leroyer et Allenet 2006). L'influence anthropique reste limitée sur la dynamique sédimentaire jusqu'au Néolithique moyen, malgré une occupation localement plus marquée. Dans la basse vallée de la Seine, avant 7000-6000 BC, on ne trouve pas ou peu de traces d'occupation puis les premières mises en cultures sont perceptibles par l'enregistrement de défrichements (Frouin *et al.* 2009). Les variabilités de l'occupation néolithique et de l'âge du Bronze antérieur à la phase finale restent très mal définies (Cliquet 1993, Delacampagne 1995, Rogeret 1998, Naudet 2001, 2004, Abert 2005, Wabont *et al.* 2006, Barat 2007, Griffisch *et al.* 2008). Dans la vallée de la Marne, occupée depuis le VI^e millénaire av. J.-C., seuls quelques objets sont représentatifs d'une occupation durant les phases anciennes et moyennes de l'âge du Bronze (Chossenot 2004). Entre le BFIIb et le BFIIIa (1150-950 BC), de grands ensembles funéraires ont été identifiés dans la vallée de la Marne avant une diminution des vestiges au BFIIIb. On observe cependant une relative continuité de l'occupation dans la Marne le Bronze final et le 2^{ème} âge du Fer. Dans les Yvelines, le constat est similaire avec une occupation des rives de la Seine non définie durant l'âge du Bronze, en augmentation au Bronze final puis stable jusqu'à la Tène ancienne (Barat 2007), tandis que dans l'Essonne ou le Val d'Oise, les données sur l'occupation sont absentes, hormis de rares vestiges mobiliers (Naudet 2004, Wabont *et al.* 2006) et que l'âge du Bronze perdure tardivement en Seine-Maritime (Rogeret 1998). A l'âge du Fer, la Seine devient un axe de circulation et de commerce majeur dans un secteur en proie à nombreux flux migratoire en provenance du nord et de l'est. Dans la lignée du Bronze final, les témoignages de l'Hallstatt en plaine alluviale demeurent peu nombreux. Concernant l'Eure, ces vestiges sont concentrés dans les vallées de la Seine et de l'Eure, avec les

tumulus de Saint-Pierre-la-Garenne et de Pressagny-l'Orgueilleux (Cliquet 1993), mais le modèle de l'habitat est identifié dans l'Essonne avec des sites à structures en creux (fosses, fossés, trous de poteaux) mais sans sépultures réellement attestées (Naudet 2004). En Val-de-Marne, on assiste à une spécialisation du paysage avec les exploitations agricoles sur les plateaux et les nécropoles dans les vallées et les plaines (Naudet 2001). Enfin, la transition âge du Bronze/âge du Fer (IX^e-V^e siècle av. J.-C.) en Seine-et-Marne est matérialisée sur une cinquantaine de sites dans la zone de confluence Seine/Yonne et en aval, suite aux grands décapages lors de l'ouverture de gravières (Griffisch *et al.* 2008). Ils se situent en bordure des noues et à proximité des terres cultivables, constitués d'une ou deux constructions sur poteau destinées à une activité de subsistance. Les études palynologiques ont montré un milieu déjà maîtrisé au début de l'âge du Fer, avec des pâturages entrecoupés de bois. Cette répartition de l'anthropisation perdure jusqu'au début de la Tène ancienne sans rupture, bien qu'un élargissement géographique de l'occupation ait été observé dans l'Eure (Cliquet 1993).

Ce n'est qu'à partir du III^e siècle av. J.-C., voire localement au II^e, que le schéma d'occupation devient plus pertinent. Avant, l'habitat rural reste dominant mais une certaine déprise des plaines tend à se manifester, notamment dans les Hauts-de-Seine (Abert 2005). Dans les Yvelines, on note une occupation préférentielle des plateaux (Barat 2007), tandis que dans le Val-d'Oise, cette déprise de l'occupation n'est pas perceptible, avec des établissements ouverts non fossoyés dispersés dans les vallées de l'Oise et la Seine (Wabont *et al.* 2008), comme dans l'Eure où habitats et nécropoles démontrent une occupation relativement dense (Cliquet 1993). L'identification de flux migratoires en direction du sud au V^e siècle av. J.-C. dans la Marne et l'Essonne pourrait expliquer en partie cette diminution de l'occupation des vallées du Bassin Parisien (Chossenot 2004, Naudet 2004). Après le III^e siècle av. J.-C., de nouvelles populations se sédentarisent dans ce secteur, notamment les Parisii. Les oppida, très courantes plus au sud, sont toujours absentes du paysage des vallées du Bassin Parisien et les zones de confluence deviennent des territoires d'occupation privilégiés, notamment les confluences Seine/Marne et Seine/Oise (Wabont *et al.* 2006). On assiste alors aux premiers regroupements de l'habitat, avec notamment le développement de Nanterre, tandis que les établissements ruraux isolés sont limités par des enclos fossoyés quadrangulaires en réponse à une probable mutation de l'occupation du sol (Wabont *et al.* 2006, Griffisch *et al.* 2008).

La transition âge du Fer/Antiquité ne présente pas de rupture mais une forte expansion de l'occupation dans la plaine alluviale jusqu'à la fin du I^{er} siècle ap. J.-C., puis une stabilisation durant deux siècles environ. On note une structuration de l'espace par un réseau de voies stratégiquement et économiquement majeures et un renforcement du rôle de la Seine dans les échanges (Griffisch *et al.* 2008). Les sites de l'âge du Fer sont largement réoccupés dans les zones rurales, alternant grandes villae et petites exploitations, conservant un schéma d'occupation dispersé et un plan à enclos fossoyé rectangulaire (Chossenot 2004, Wabont *et al.* 2006, Griffisch *et al.* 2008). En Seine-et-Marne, de nombreuses fermes sont implantées sur les limons de débordement de la plaine alluviale et perdurent parfois jusqu'au début du V^e siècle ap. J.-C. (Griffisch *et al.* 2008). Les agglomérations romaines en bordure du fleuve se multiplient, en particulier à proximité des nombreux gués traversant la Seine (Cliquet 1993, Naudet 2004, Barat 2007, Griffisch *et al.* 2008). Cependant, certains secteurs restent encore méconnus, comme les Yvelines (Barat 2007) et le Val-de-Marne (Naudet 2001). Au Bas-Empire, la déprise de l'occupation est généralisée dans toute la vallée de la Seine, avec un regroupement des habitats dans les secteurs anciennement occupés par les villae (Cliquet 1993, Delacampagne 1995, Rogeret 1998, Naudet 2001, 2004, Chossenot 2004, Abert 2005, Wabont *et al.* 2006, Barat 2007, Griffisch *et al.* 2008). Si aucun nouveau site n'est fondé durant cette période, on note en revanche un réaménagement des bâtiments dans l'Essonne avec des plans basilicaux (Naudet 2004).

La transition avec le Haut Moyen-âge est similaire aux précédentes, lente et progressive, sans invasions barbares violentes, avec une acculturation des nouvelles populations (Wabont *et al.* 2006).

Les premières traces de la christianisation sont perceptibles dès le V^e siècle ap. J.-C. dans les Yvelines (Barat 2007), et seulement au VII^e siècle ap. J.-C. dans le reste du Bassin Parisien. Le schéma de l'occupation montre une reprise généralisée, avec une distribution des sites comparable à celle de l'Antiquité, comme aux Mureaux où les berges de la Seine sont réoccupées du milieu du V^e au VIII^e siècle ap. J.-C. En Seine-Maritime, la rive gauche de la Seine en aval de Rouen fait l'objet d'une occupation privilégiée de la noblesse, puisque la vallée de la Seine est en partie une propriété du fisc depuis le VI^e siècle ap. J.-C., tandis que des villages fortifiés ont été découverts à Saint-Jean-de-Folleville et Bonsecours (Rogeret 1998). Cependant, les données sur l'époque médiévale restent peu exhaustives et font état de petites unités mal connues et dispersées dans la plaine. De nombreux sites, parfois occupés depuis la Protohistoire, sont abandonnés au profit d'une occupation à proximité des nouveaux lieux de cultes. Ces phénomènes se poursuivent jusqu'au X^e siècle ap. J.-C., où une nouvelle déprise est constatée dans toute l'Ile-de-France en écho à la mise en place des structures féodales (Naudet 2004). Dès le XI^e siècle et jusqu'à aujourd'hui, l'occupation est en hausse constante dans la plaine alluviale de la Seine, croissance renforcée depuis la fin du XIX^e siècle.

Pour conclure, l'occupation de la plaine alluviale de la Seine reste méconnue bien que les grandes phases de déprise semblent avoir été identifiées. Comme sur le Rhône et la Seine, les témoignages du Néolithique sont peu nombreux et ne permettent pas de définir un schéma exhaustif de l'occupation jusqu'à la fin de l'âge du Bronze. La plaine alluviale est peu attractive durant l'Hallstatt, phénomène rapidement inversé jusqu'au Bas Empire, qui marque une déprise généralisée de la plaine alluviale. Ce n'est qu'à partir de l'époque mérovingienne qu'elle fera l'objet d'une anthropisation croissante jusqu'à nos jours.

1.2.2.3. Synthèse

L'analyse de l'évolution des modèles d'occupation à grande et petite échelle permet d'identifier des rythmes communs (figure 5). Les populations mésolithiques sont très rarement identifiées dans les plaines alluviales, en raison du caractère encore nomade des populations. Les vestiges sont souvent épars et leur influence sur l'environnement non perceptible grâce aux techniques actuelles. Au Néolithique, la sédentarisation des populations reste limitée en contexte alluvial jusqu'au début de la phase récente. L'apparition et le développement de l'agriculture dans les vallées au cours du Néolithique moyen poussent les populations à une certaine proximité avec la ressource en eau et donc une installation préférentielle dans la plaine alluviale. La variabilité de l'occupation en plaine, notamment au Néolithique, peut être interprétée en des termes de migration des populations dans les zones d'altitude, probablement associé à des modifications politiques, sociétales et/ou économiques. Ce schéma est brutalement interrompu au début de l'âge du Bronze, avec un repli général du milieu au profit de site en altitude jusqu'au Bronze final. Les populations colonisent alors massivement les milieux alluviaux, s'installant parfois au plus près des chenaux, tandis que les modifications environnementales commencent à être clairement perceptibles sur l'assemblage végétal. Les rythmes de peuplement divergent au cours de l'âge du Fer, où seule l'Europe marque un net recul de l'occupation des plaines alluviales durant la première partie de cette période. Au cours de la Tène, les plaines européennes retrouvent leur attractivité et à l'échelle mondiale, ce phénomène ne se démentira plus. L'impact de l'homme sur le paysage se manifeste de plus en plus fortement à partir de l'Antiquité, avec la mise en place d'une agriculture de plus en plus intensive. Un seuil d'anthropisation des vallées semble alors être franchi. En Amérique du Nord et en Europe, cette évolution constante de l'occupation est cependant interrompue dès la fin III^e siècle AD, avec une diminution drastique du peuplement dans les plaines alluviales jusqu'à la fin de l'Antiquité Tardive et l'époque mérovingienne. En revanche, dès le XV^e siècle, l'ensemble des plaines font l'objet d'une occupation dense, voire intense à partir du XIX^e siècle.

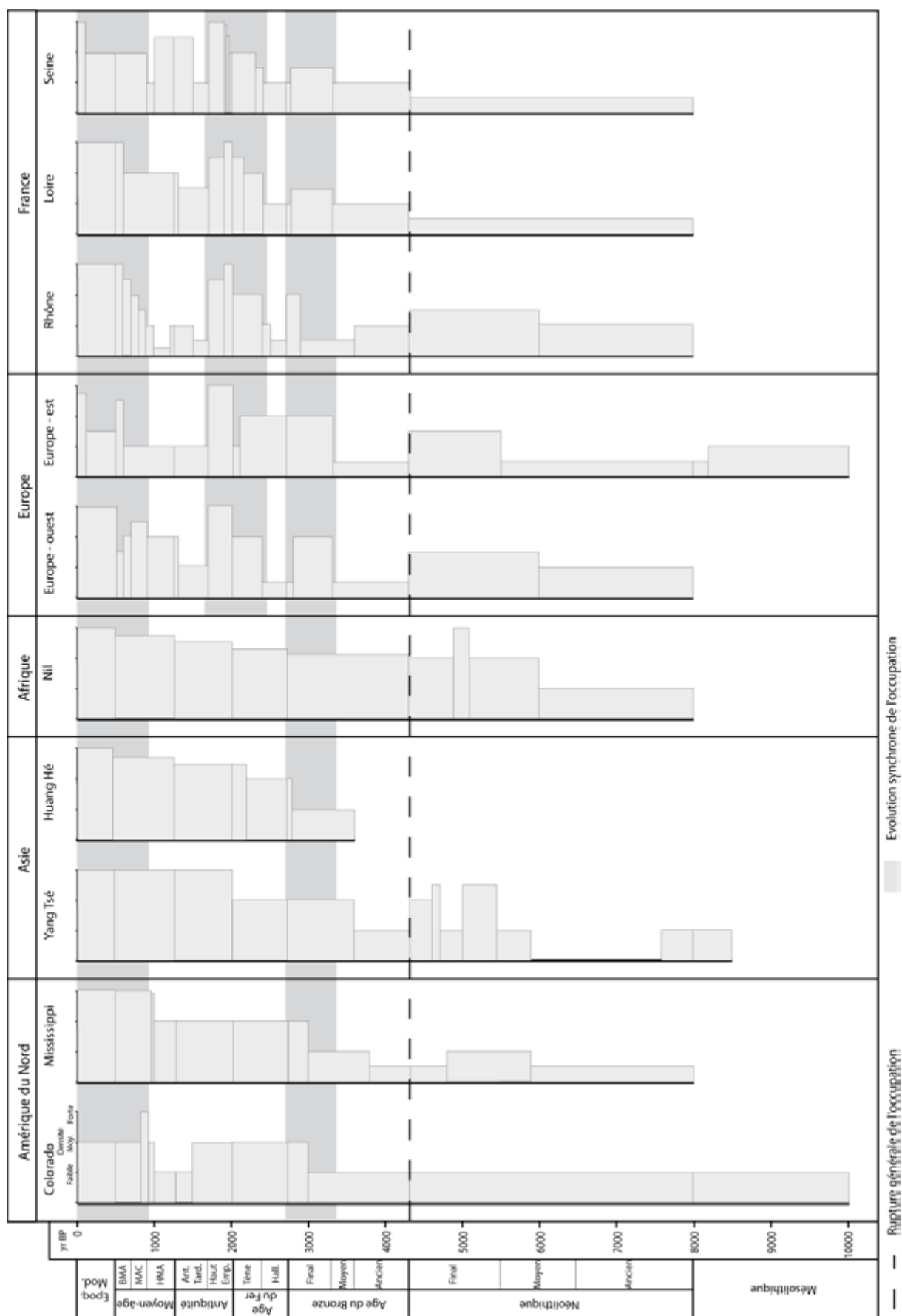


Figure 5 : Synthèse de l'évolution de l'occupation dans les plaines alluviales des fleuves mentionnés dans le texte

Les modalités de l'occupation sont donc en constante évolution depuis le Néolithique. La relation entre la plaine alluviale et les populations se traduit, en partie, par la nature des occupations qui la compose. La sectorisation géomorphologique des activités, avec un habitat en hauteur et des plaines alluviales vouées aux activités ponctuelles, reste un phénomène relativement peu répandu dans les différentes plaines alluviales évoquées, ou encore mal interprété. La désertification des plaines alluviales au profit des zones non submersibles semble donc une hypothèse aujourd'hui obsolète. L'habitat est une composante de l'occupation au même titre que les zones d'activités dans la plaine alluviale, et l'ensemble du site est situé dans la plaine alluviale. Ces sites constituent donc un enjeu majeur lors de phénomènes hydrosédimentaires plus violents. Jusqu'à la fin de l'âge du Fer, la réponse des populations à ces modifications environnementales est de manière générale encore mal définie. Des aménagements défensifs ponctuels et éphémères, en matériaux périssables, ne sont pas à exclure. On distingue cependant au cours de l'Antiquité marque un seuil technique, qui permet aux populations d'aménager l'espace alluvial dans la perspective de protéger ses occupations. La relation chronologique entre occupation massive de la plaine et évolutions techniques, propices à une installation pérenne, reste cependant à déterminer, tant la hausse de l'occupation est rapide dès la fin de la période républicaine à l'échelle européenne. Ce seuil est plus tardif sur le continent américain, intervenant seulement à la fin de l'Antiquité tardive européenne.

Le schéma d'occupation montre donc un attrait croissant, bien que non linéaire, pour ce milieu, indépendamment de leur situation géographique, de leur contexte climatique ou culturel. On distingue des seuils majeurs, au cours des périodes Néolithique, Protohistorique et Antique (d'après la terminologie européenne) qui peuvent être associés à l'apparition de l'agriculture et les grandes phases d'emprise et de déprise. Les contraintes liées au milieu alluvial sont peu à peu acceptées et domptées par les aménagements, bien que le repli sur les hauteurs reste un phénomène courant en période de crise hydroclimatique. La piste des variations démographiques ne doit cependant pas être négligée dans l'interprétation des déprises des plaines alluviales.

1.2.3. Bilan des modèles géoarchéologiques

La synthèse géoarchéologique globale de l'évolution des plaines alluviales montre, à l'échelle continentale, la synchronisation de certains épisodes bien marquée mais limitée en raison des grandes disparités géographiques et climatiques. A l'échelle nationale, ces phases sont à peine plus nombreuses mais leur nature est mieux définie. Il semble également qu'une hausse de l'activité hydrosédimentaire ne soit pas en relation directe avec une déprise de l'occupation dans les plaines alluviales.

A l'échelle continentale, la comparaison des données géomorphologiques et archéologiques permet d'identifier quatre phases communes (figure 6). Le schéma néolithique montre une activité hydrosédimentaire globalement dynamique, associée à une mauvaise restitution du modèle d'occupation des plaines alluviales d'Amérique du Nord et d'Asie. En revanche, l'Europe de l'est est plutôt dans une période géomorphologiquement stable, sans impact positif sur la restitution de l'occupation. Durant la phase finale, la hausse de l'occupation des plaines alluviales est toujours sous l'influence d'une dynamique hydrosédimentaire active. La tendance s'inverse durant la première moitié de l'âge du Bronze, où la désertion des plaines est synchrone de l'instabilité morphologique, avant une recolonisation de l'espace sans apaisement de la dynamique alluviale jusqu'à la Tène, et le renforcement de l'impact anthropique sur le milieu. L'Antiquité marque une nouvelle augmentation générale de la densité d'occupation alors que seule la plaine du Mississippi est en phase de stabilisation/incision, contrairement aux autres secteurs où la hausse de l'activité hydrosédimentaire

est clairement attestée. L'uniformisation des comportements sociétaux et alluviaux ne sera à nouveau observée qu'à partir du XV^e siècle, avec une hausse généralisée des deux paramètres.

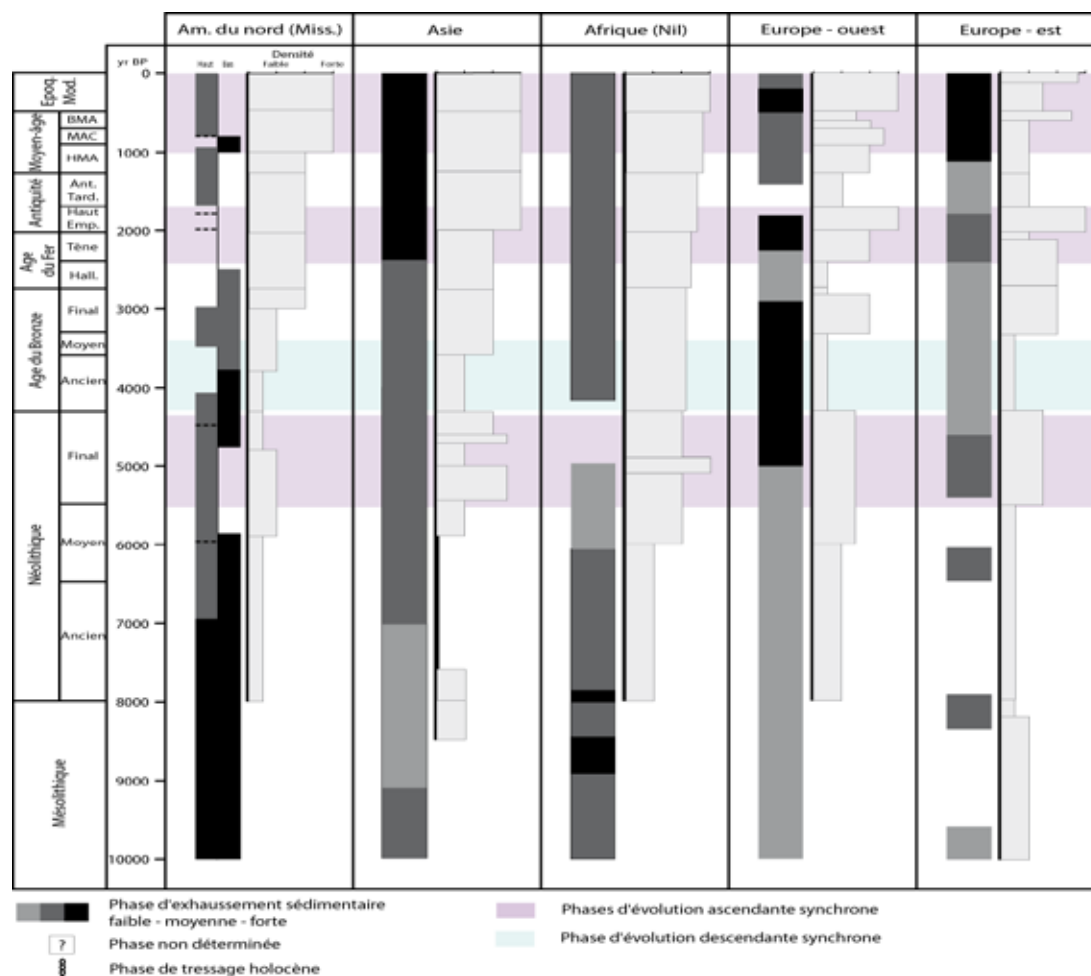


Figure 6 : Synthèse de l'évolution géomorphologique et anthropique des plaines alluviales des fleuves continentaux mentionnés dans le texte

A l'échelle nationale, la chronologie d'évolution est globalement similaire sur les cours d'eau étudiés (figure 7). La stabilité du paysage néolithique permet une occupation relativement élevée de la plaine alluviale du Rhône, tandis qu'au nord, le milieu reste peu attractif. La dégradation climatique de l'Holocène moyen est associée à une activité hydrosédimentaire élevée et une perturbation de l'occupation des zones de basse altitude, essentiellement au Bronze ancien et moyen. Le ralentissement des processus morphologiques est synchrone d'une hausse importante de l'occupation en contexte alluvial. L'Hallstatt marque une nouvelle désertion du milieu alluvial sous l'action probable d'une dynamique alluviale très active, mais très vite recolonisé au cours de l'amélioration climatique et de la stabilité des paysages laténiens. A partir du Haut Empire, l'influence de la dynamique hydrosédimentaire sur l'occupation de la plaine alluviale est moindre, avec une densité encore jamais atteinte dans le schéma d'occupation malgré une forte activité hydrologique. Cette dernière se poursuit jusqu'au V^e siècle ap. J.-C., associée à une baisse drastique de l'occupation. La stabilité morphologique jusqu'au XV^e siècle ne permettra qu'une reprise progressive de l'occupation, hormis dans la vallée de la Seine. La péjoration climatique du Petit Age Glaciaire et les mauvaises conditions hydrosédimentaires associées n'ont pas limité l'installation dans les plaines alluviales, avec une croissance rapide de la densité d'occupation jusqu'à aujourd'hui.

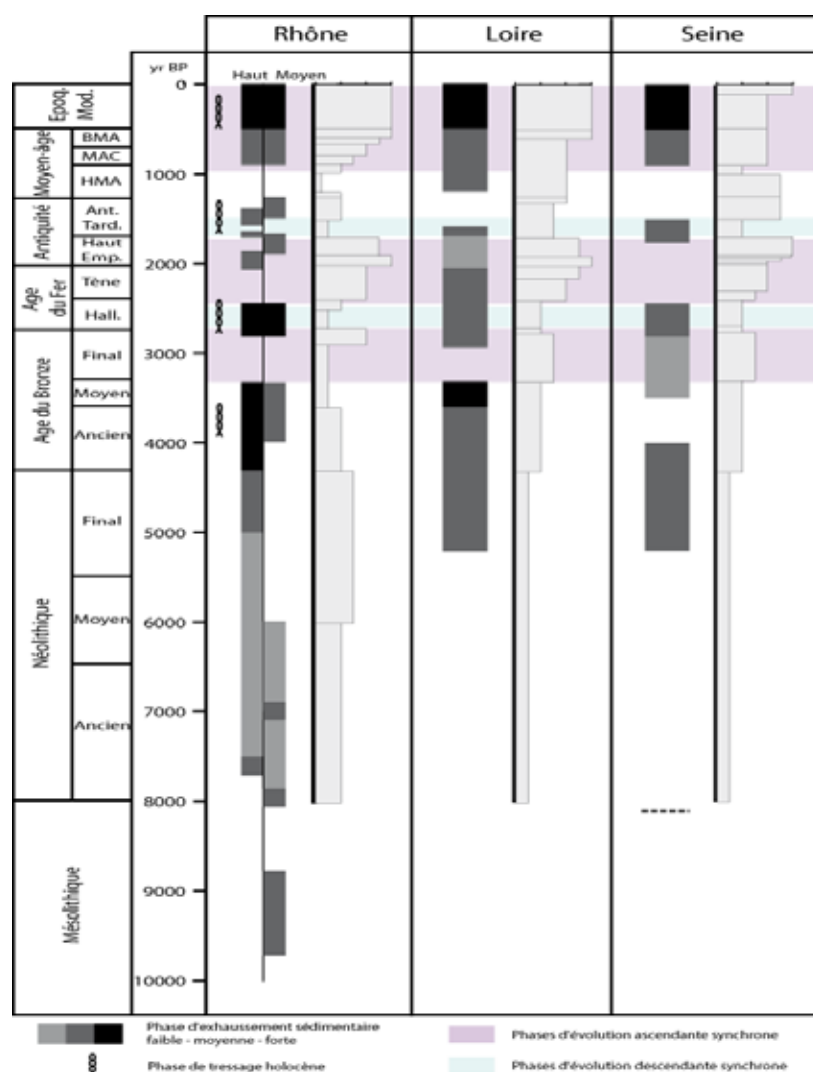


Figure 7 : Synthèse de l'évolution géomorphologique et anthropique des plaines alluviales des fleuves nationaux mentionnés dans le texte

Pour conclure, on distingue une évolution globalement similaire à l'échelle mondiale, avec des seuils synchrones malgré une grande variabilité de milieux et de populations. La dégradation climatique de l'Holocène moyen a affecté l'ensemble des cours d'eau, avec une désertification généralisée des plaines alluviales au profit de zones en altitude au Bronze ancien et moyen. Le changement d'ère est également un seuil récurrent, avec le développement de nouvelles stratégies d'adaptation permettant un détachement de l'occupation par rapport aux conditions environnementales. Enfin, la période Moderne marque une nouvelle rupture, où l'importante hausse de l'activité hydrosédimentaire est synchrone d'une forte augmentation de l'occupation des plaines alluviales à l'échelle internationale, et qui perdure jusqu'à aujourd'hui. Ces seuils d'évolution nous permettent d'établir un cadre chronologique général d'évolution à différentes échelles spatiales et de poser les bases d'une problématique de recherche.

1.3. Problématisation de la recherche

L'approche à différentes échelles de l'évolution des plaines alluviales et de leur peuplement témoigne de la difficulté à proposer des modèles simples et généraux, tout en mettant en évidence les spécificités de ces milieux dans la compréhension de leur co-évolution. Elle a montré, dans la

compréhension de cette évolution, l'apport de chacune des démarches, géomorphologique d'une part, et archéologique d'autre part.

Un des obstacles à la réalisation d'une synthèse reste la difficulté de la mise en place concrète d'un dialogue pluridisciplinaire sur ces questions. La géoarchéologie telle qu'elle est apparue et s'est développée en France depuis les années 1970 fournit un cadre théorique et pratique mais qui, à la différence des approches anglo-saxonnes, n'a pas débouchée sur l'émergence d'une discipline à part entière mais d'avantage d'une science de synthèse (Carozza, 2012).

1.3.1. Problématique

L'objectif de ce travail est de proposer, suivant une double lecture archéologique et géomorphologique, une première synthèse sur l'évolution de la basse plaine alluviale de la Garonne. Ce travail s'inscrit dans la lignée des approches qui ont été développées dans les grandes vallées fluviales. Il vise à combler un vide géographique entre la richesse des travaux menés dans la France méditerranéenne et les travaux menés sur les grands hydrosystèmes de la façade atlantique. L'objectif de cette synthèse est non pas de proposer un modèle définitif des relations entre variabilité environnementale et du peuplement mais, compte-tenu de l'état de la recherche de proposer des pistes qui pourront être exploitées dans le futur et servir de guide. En ce sens, son enjeu est à la fois modeste mais fondamental pour la poursuite des travaux.

Pour cela, il est a été nécessaire de borner à la fois spatialement et chronologiquement ce travail. Aux deux extrémités de l'échelle chronologique, les travaux antérieurs ont largement défriché cette thématique. Pour la préhistoire ancienne (paléolithique), les travaux de Jarry (2010) et de Bruxelles et Jarry (2012) ont esquissé un modèle autour de l'espace garonnais nécessairement plus vaste que celui retenu ici. Ces travaux mettent en évidence la faiblesse voir l'absence de peuplement au cours du LGM (Paléolithique supérieur) entre les pôles pyrénéen et centralien. Ce constat peut partiellement être étendu à l'épi-Paléolithique et au Mésolithique, tout au moins en dehors des grandes terrasses alluviales. Ce modèle pose de nombreuses questions notamment sur son éventuel prolongement au Néolithique ancien. A l'autre extrémité de la chronologie, les travaux historiques de Valette (2003) ont posé les bases de l'analyse des relations entre société et environnements fluviaux pour la fin de la période Moderne et la période Contemporaine marqué par une dépendance étroite des sociétés et de leurs milieux riverains. Entre ces deux jalons chronologiques, les données restent fragmentaires. A partir de ce constat, les bases de ce travail se sont imposées d'elles-mêmes à travers deux axes de recherche complémentaires.

Le premier axe propose de retracer l'histoire de l'occupation depuis la Préhistoire ainsi que les modalités d'implantation de ces populations dans la vallée de la Garonne. Si les populations préhistoriques et néolithiques ne semblent pas avoir eu d'influence durable sur le fleuve, les impacts anthropiques sur le fonctionnement des hydrosystèmes peuvent être considérés comme croissant au cours de l'holocène, depuis la protohistoire jusqu'à la période moderne. Pour autant, cette évolution n'est pas linéaire mais marquée par des seuils techniques, politiques ou socio-économiques d'une part, mais également liée à la périodisation de l'activité fluviale sous contrôle climatique d'autre part. La confrontation des modèles établis dans les vallées alluviales du Sud de la France ont démontré une grande variété de schémas d'occupation et de gestion des cours d'eau. Soumise aux influences méditerranéennes et atlantiques, la population de la moyenne vallée de la Garonne pourrait être le lien entre ces deux grands faciès culturels et présenter un dynamisme indigène peu commun. La question de la néolithisation reste fondamentale dans la vallée de la Garonne, en l'absence de sites du Mésolithique et du Néolithique ancien. Les études récentes montrent en revanche quelques sites

dans les Pyrénées au sud, les Causses à l'est puis dans le Lot-et-Garonne au nord (Marchand et Manen 2006). L'hypothèse d'un délaissement de la vallée de la Garonne, et à plus grande échelle du Sud-ouest de la France, à cette période est donc à envisager, au profit d'un couloir de circulation plus oriental. Alors que les données historiographiques ont insisté sur le rôle du fleuve et des vallées fluviales comme axe structurant et corridor de communication, les travaux actuels tendent plutôt à considérer l'axe garonnais comme un espace marginal ou secondaire au moins jusqu'à l'Antiquité. On passe ainsi d'un référentiel qui étendait au moins à la Protohistoire le modèle de l'isthme gaulois de Strabon à un modèle qui verrait se succéder plusieurs modes de structuration de l'espace entre la préhistoire récente et le Moyen-Âge.

Le second volet de notre recherche porte sur l'évolution géomorphologique de la plaine alluviale de la Garonne, entre Toulouse et la confluence avec le Tarn. La « Moyenne Garonne » souffre d'un manque de données sur son évolution géomorphologique au cours de l'Holocène, face aux multiples travaux dont ont fait l'objet les zones pyrénéenne et maritime. Le changement radical de la dynamique fluviale en aval de Toulouse (avec le passage d'un alluvionnement principal de la rive gauche à la rive droite) puis en aval de la confluence tarnaise (doublement du bassin versant, régime pluvio-thermal océanique au lieu de pluvio-nival) laisse supposer que, afin de garantir l'homogénéité de l'étude, il est nécessaire de découpler ce segment intermédiaire de la Garonne. Les travaux antérieurs démontrent également un étalement des crues dans ce secteur de la vallée garonnaise permettant un enregistrement optimal des événements hydrologiques. Enfin, la mobilité assez importante du lit de la Garonne jusqu'à des périodes très récentes (milieu du XX^{ème} siècle) dans cette zone offre une vision à haute résolution temporelle de la dynamique fluviale. Ceci nous amène à nous interroger sur le rythme géomorphologique du fleuve, la chronologie d'évolution moderne étant à l'heure actuelle bien maîtrisée alors que les origines de ces mutations sont encore inédites. Cette analyse ne peut être menée à bien sans la prise en compte de la dimension environnementale de l'espace de la basse plaine pour deux raisons : 1) permettre une première évaluation de la validité du corpus documentaire archéologique et notamment identifier l'existence de biais taphonomiques qui seraient susceptible de fournir une image déformée du peuplement. 2) permettre une analyse de la relation entre dynamique du peuplement et dynamique naturelle et voir s'il existe, à défaut de lien causal directement démontrable, des évolutions synchroniques.

1.3.2. Objectifs

Dans un premier temps, il s'agit d'établir un schéma de l'occupation de la plaine alluviale depuis le début de l'Holocène. Aucune synthèse n'a été élaborée jusqu'ici des rythmes de peuplement dans la vallée de la Garonne, de façon culturelle ou diachronique. Afin de mieux appréhender les variabilités spatiales des différentes cultures établies dans la plaine alluviale, nous établirons donc une synthèse de l'occupation du sol du Néolithique au Moyen-âge, à partir de supports multiples. L'objectif est de repérer les modalités spatiales du peuplement pour chaque période et de distinguer les rythmes de l'occupation.

Dans un second temps, les grandes étapes de l'évolution géomorphologique de la plaine alluviale, à l'heure actuelle encore très lacunaire, seront reconstituées. De grandes étapes ont été identifiées, mais les rythmes de l'activité hydrosédimentaire à plus faible résolution et surtout leur chronologie reste peu précise. L'objectif ici est donc de définir ces modalités d'édification de la plaine alluviale, à travers une série de sondages et d'analyses stratigraphiques. Ces données permettront d'affiner les variabilités latérales et verticales des événements hydrosédimentaires à l'origine de la plaine alluviale actuelle. La datation de ces événements permettra également de mieux cerner le rythme d'évolution de la Garonne.

II. Contexte scientifique, géographique et méthodologie

Comme l'a montré l'état de l'art sur l'évolution holocène et le peuplement des grands bassins fluviaux, leur reconstitution reste encore fragmentaire mais permet d'ores et déjà de dresser des chronologies plus ou moins précises, plus ou moins lacunaires. Les connaissances sur ces grands bassins notamment européens ont bénéficié de programmes spécifiques qui, au tournant des années 1980 et 1990 ont très largement contribué à la compréhension de leur évolution : Zones ateliers pour la Loire ou la Seine dans le cadre du PEVS, observatoires sur le Rhône,... Le bassin de la Garonne est resté en grande partie à l'écart de cette dynamique de recherche malgré la mise en place du GIS ECOBAG. Ce n'est que très récemment que les travaux ont été engagés sur la question du temps long (Holocène) d'évolution du fleuve. Cette situation est d'autant plus paradoxale que la vallée de la Garonne a constitué au cours des années 1960 à 1975, une zone particulièrement dynamique de la géomorphologie du Quaternaire, en résonance avec les grandes thématiques sur les glaciations pyrénéennes. Ce chapitre présente dans un premier temps le cadre spatial de l'étude, puis le cadre chronologique et enfin la méthodologie utilisée pour répondre aux objectifs.

2.1. Délimitation du cadre spatial de la recherche

La Garonne est le quatrième fleuve français par sa longueur (525 km) et par la superficie de son bassin-versant (55000 km²). La spécificité de la Garonne se dégage facilement de la comparaison entre la taille de son bassin-versant et sa pente moyenne (dénivelé) – voir tableau n°1 – qui lui confère sur une large partie de son tracé, l'aspect d'un torrent de montagne et donc une énergie importante.

Issue des Pyrénées, la Garonne draine une large partie du bassin aquitain sensu largo dont elle est inséparable. Aussi, la présentation de la zone d'étude re-situera la Garonne à l'intérieur du Bassin Aquitain et de son histoire géologique avant de justifier le découpage retenu par la segmentation géomorphologique du corridor fluvial.

2.1.1. Présentation générale

Le bassin versant de la Garonne draine le Sud-Ouest de la France, calé entre Pyrénées au sud, Massif Central à l'est et Massif Armoricaïn au nord. En-dehors des zones montagnardes, le réseau hydrographique entaille le vaste plateau du Bassin Aquitain plus ou moins profondément. La Garonne constitue le centre névralgique d'un réseau hydrographique non hiérarchisé. Il crée un paysage vallonné, où vallées encaissées de montagne ou piedmont côtoient de grands corridors étagés dissymétriques. En son sein, la Garonne suit un tracé inconstant jusqu'à la confluence avec le Tarn, avant de prendre un axe sud-est/nord-ouest jusqu'à l'estuaire de Gironde.

2.1.1.1. Contexte géologique

Le Bassin Aquitain constitue le socle principal d'écoulement de la Garonne. Il couvre une surface d'environ 66 000km², le plus grand de France après le Bassin Parisien. Il est délimité au sud par la

chaîne pyrénéenne, à l'est et au nord-ouest respectivement par les formations hercyniennes du Massif Central et du Massif Armoricaïn et communique au nord-est avec le Bassin Parisien par le Seuil du Poitou. A l'intérieur de cet espace bigarré s'insère le bassin versant de la Garonne, qui draine l'ensemble des formations géologiques citées précédemment. Il repose sur une grande variété sédimentaire, en raison de sa superficie et des nombreux cycles immersion/émersion qui se sont succédé dans ce vaste espace depuis l'ère Primaire.

Durant la seconde moitié du Paléozoïque, les structures hercyniennes surplombent une vaste plate-forme, comblée par des sédiments marins au sud et des produits de l'érosion permienne au nord, formant un socle déformé par les séquences orogéniques postérieures (Gèze et Cavaillé 1977). On ne peut pas encore parler de Bassin Aquitain en tant que tel¹, puisqu'il appartient « ...à un ensemble continental émergé de type pénéplaine, que rien ne distinguait véritablement, au moins dans les grandes lignes, des régions voisines du Massif Central et de l'Espagne » (Michel 2008). Au début du Mésozoïque, le Trias marin transgressif (-245 à -205 millions d'années) recouvre les sédiments détritiques du Paléozoïque et une mer épicontinentale se stabilise aux alentours de -205 millions d'années. Le bassin se divise alors de part et d'autre de la Garonne en une plate-forme carbonatée épicontinentale au nord et une zone fortement subsidente au sud, qui favorise des accumulations épaisses, entièrement immergée lors de la régression de la fin du Trias. Durant la première moitié du Jurassique (-205 à -167 millions d'années), la sédimentation devient calcaire, résultat d'un milieu de haute énergie et peu profond, avec à l'est des calcaires généralement néritiques tandis que l'ouest produit un calcaire plutôt marneux. Une régression s'amorce durant la seconde moitié du Jurassique (-167 à -135 millions d'années) et se poursuit de manière quasi-continue jusqu'à la fin du Mésozoïque. A la fin du Jurassique, une grande partie du Bassin Aquitain est émergée et la mer s'est retirée au sud de la Garonne. Au Crétacé (-135 à -65 millions d'années), l'absence de sédimentation signe l'émersion d'une grande partie du bassin, soumis à une forte érosion. Une nouvelle transgression marine à la fin de la première moitié du Crétacé produit d'importants dépôts crayeux et calcaires, essentiellement dans la moitié nord du bassin. Dans la moitié sud, le sillon pyrénéen déjà amorcé annonce la limite nord de la future chaîne de montagne.

Au Cénozoïque, l'érosion joue un rôle majeur dans la formation du socle du Bassin Aquitain. La chaîne pyrénéenne, en pleine surrection, participe activement au comblement de cette « ...*plaine de niveau de base où divaguent de grands courants fluviaux...* » (Gèze et Cavaillé 1977 p. 24, Mouline 1989). On y distingue :

- les formations marines calcaires de la première moitié de l'Éocène (-65 à -37 millions d'années), dans le sud du Bassin Aquitain
- les formations continentales résiduelles à dominante argileuse du premier tiers du Cénozoïque, affleurant au bord du Massif Central (les « argiles à graviers »)
- les formations fluviales et lacustres tertiaires, dans la quasi-totalité du comblement du bassin aquitain, issues de l'érosion des reliefs.

La diversité des formations cénozoïques est donc relativement faible, marqué par un détritisme important suite à la surrection des Pyrénées. La régression marine Eocène permet le remplissage du sillon sous-pyrénéen par les apports détritiques massifs des Pyrénées, supplantant ceux du Massif Central jusque dans le Castrais (Mouline 1973, Gèze et Cavaillé 1977). Ces formations détritiques prennent de l'ampleur dans la première moitié de l'Oligocène, puis jusqu'à la fin du Miocène, la régression marine entraîne la migration de la zone lacustre jusque dans l'Armagnac. Au cours du Pliocène, la construction du réseau hydrographique du Bassin Aquitain, dont la proto-Garonne, est à

¹ H. Enjalbert affirme que « ...*les géologues pétroliers ne nous autorisent à parler d'un Bassin d'Aquitaine qu'après la surrection des Pyrénées, au Lutétien* » (Enjalbert 1960)

l'origine de l'érosion différentielle des reliefs, avec la préservation des vestiges sédimentaires du Miocène. Parallèlement, la sédimentation continentale s'accélère sous l'émersion du bassin. Les grands cônes détritiques pyrénéens amorcés au cours de la période précédente régressent en bordure de la chaîne montagnarde. Ils forment cependant encore d'importantes unités morphologiques, telles le plateau de Lannemezan.

Au début du Pléistocène (-2,5 millions d'années-12000 BP), l'édification des principaux reliefs est achevée. La chaîne pyrénéenne a connu sa dernière phase de surrection à la fin du cycle précédent alors que le Massif Central s'érode progressivement. La mise en place du réseau hydrographique définitif à la fin du Cénozoïque et la faible résistance des molasses entraîne le creusement des principales vallées fluviales (Gèze et Cavaillé 1977). La rythmicité de périodes Pléniglaciaire/Interglaciaire contribue à façonner le paysage et offre un paysage de coteaux à pentes douce de part et d'autre de la vallée garonnaise (figure 8). Le système valléen pyrénéen est marqué par une forte dissymétrie ouest-est, illustrée par une inégale préservation des niveaux de terrasse et la migration progressive du cours d'eau vers l'est (Enjalbert 1960, Hubschman 1974, infra). Il en résulte cinq paliers plus ou moins bien individualisés en rive droite dans la vallée de la Garonne (Hubschman 1975a, 1975b, 1975c, 2000, Icole et Rieucan 1976a, 1976b).

La « nappe culminante » est l'entité morphologique la plus ancienne de la vallée, atteint 150m environ au-dessus de la basse plaine de la Garonne. Fortement érodée et entaillée par les nombreuses vallées secondaires (Bruxelles *et al.* 2003), elle forme aujourd'hui de « ... *longues lanières légèrement inclinées vers la Garonne, d'échines ou de petits éléments de plateau, eux-mêmes localement étagés...* » (Hubschman 1975a, p.137).

La « haute terrasse » (Fw) est mieux préservée que la précédente, mais reste mal différenciée des hauts paliers de la nappe culminante antérieure et de la moyenne terrasse à l'aval de Toulouse (Hubschman 1975a). Elle forme de petits plateaux discontinus dans la partie médiane de la vallée, dominant le fleuve de 90m environ. Elle présente des faciès argilisés, colmatés et rubéfiés sur des profondeurs importantes, comme la nappe culminante (Bruxelles *et al.* 2003).

La « moyenne terrasse » (Fx) culminant entre 50 et 80m au-dessus de la Garonne. Très érodée, elle est entaillée par les nombreuses vallées secondaires et parfois dissimulée sous des colluvions issues des terrasses supérieures. Posée sur la molasse, elle atteint une profondeur maximale de 14m à Colomiers (Capdeville *et al.* 1997, Bruxelles *et al.* 2003) tandis que le sommet montre une surface constituée localement de petits paliers de 5 à 10m (Hubschman 1975a). Les faciès type lessivé hydromorphe de la moyenne terrasse sont identiques aux remblaiements antérieurs, avec toutefois un horizon de « grep » bien marqué (Bruxelles *et al.* 2003).

La « basse terrasse » (Fy) culmine entre 35 et 20m au-dessus de l'étiage (Hubschman 1975a). Son profil transversal démontre, comme pour la moyenne terrasse, une succession de paliers visibles localement. Elle supporte un sol lessivé hydromorphe, et se compose de galets cristallins altérés associés à une matrice brune et un faciès argilitique net (Bruxelles *et al.* 2003). Longtemps attribuée au Würm (Cavaillé 1965, 1969) en raison d'industries moustériennes au sommet, la découverte d'occupations acheuléennes (Tavoso 1976) associées à l'évolution des profils et le degré d'altération des matériaux ont repoussée la chronologie de cette unité morphologique au Riss (Hubschman 1972), datation confirmée par la découverte de restes d'*Elephas trogontherii* à Palaminy en Haute-Garonne (Icole et Rieucan 1976b).

La basse plaine (Fy, Fz_{1,2,3}) est une entité plus complexe dans notre secteur d'étude. Aucune formation würmienne n'est visible dans ce secteur. Hubschman (1975a) envisage le recouvrement des dépôts würmiens par les sédiments postglaciaires à l'aval de Toulouse : « ... *la basse plaine est occupée par de larges secteurs de dépôts postglaciaires... [résultant] sans aucun doute de la dynamique fluviale... qui a brouillé considérablement l'alternance creusement-alluvionnement.*

Ailleurs en revanche, et particulièrement à l'amont de Toulouse, il est clair que la mise en place du matériel de la basse plaine est nettement antérieure, würmienne » (Hubschman 1975a, p. 138). Les gisements loessiques installés en contrebas de la basse terrasse recouvrent les dépôts graveleux de la basse plaine et passent latéralement à des limons de couverture. D'après l'auteur, « ... *l'essentiel du remblaiement de la basse plaine était déjà en place lors du dépôt des loess pendant la seconde moitié du Würm* » (Hubschman 1975a, p. 140). Les observations de Revel *et alii* (1978, 1979) corroborent ces hypothèses, les formations würmiennes ayant évoluées vers des sols bruns lessivés aux profils bien différenciés à la fois dans la couverture limoneuse et dans les cailloutis sous-jacents. Les dépôts holocènes sont en revanche clairement identifiés par une très faible, voire une absence d'évolution pédologique et l'homogénéité des sédiments (Cavaillé 1965, Rieucan 1971, Hubschman 1975a, Icole et Rieucan 1976b, Bruxelles *et al.* 2003). Après une première incision durant la première moitié du Würm, le milieu se stabilise, favorisant une dynamique assez puissante pour recouvrir ses dépôts antérieurs et/ou une incision à la fin de la période glaciaire relativement faible.

Ces formations couvrent l'ensemble du Pléistocène dans la Moyenne Garonne. L'étude comparative des sols et de l'altération sédimentaire menée dans les années 1980 montre un décalage entre les unités amont et aval, malgré de faibles indices pour les moyenne et haute terrasses (Icole 1973, 1980, Bourgeat *et al.* 1984 cités In : Bruxelles *et al.* 2003). En revanche, les formations superficielles diachroniques et d'origines diverses sur le toit des terrasses alluviales sont attestées par de nombreux auteurs (Hubschman 1975d, Icole et Rieucan 1976a, 1976b, Bruxelles *et al.* 2003, Bruxelles *et al.* 2010), correspondant à :

- des colluvions limoneuses d'avant-pays molassique recouvrant les versants du Terrefort (Tardiglaciaire ou début du Postglaciaire),
- des loess ponctuels au pied de la basse terrasse et de la basse plaine de la Garonne, datés de $20\,900 \pm 570$ ans (Hubschman 1975d, Icole et Rieucan 1976a, Revel *et al.* 1979) également localisés dans la vallée de l'Hers mort et dans les piémonts pyrénéens (Hérail *et al.* 1986),
- les dépôts de pente recouvrant les talus de terrasses et les grands versants, issus de l'érosion permanente des reliefs
- les limons de couverture scellant les différentes nappes alluviales de la vallée de la Garonne

Si les premiers dépôts sont bien identifiés, plusieurs hypothèses ont été avancées quant à l'origine des limons de couverture. Les plus courantes évoquent à des dépôts fluviaux de fin de crue, contemporains de chaque épisode alluvial (Hubschman 1975b), des processus d'éolisation entraînant un saupoudrage de la terrasse (Dupuis 1958, Alimen 1964, Rieucan 1975, In Icole et Rieucan 1976a, Enjalbert 1960) ou des remaniements postérieurs des nappes alluviales (Icole 1973 In Bruxelles *et al.* 2003). Ils nappent sans transition le toit des terrasses sur environ 0,50 à 1,50m (Icole et Rieucan 1976a), atteignant des profondeurs plus conséquentes sur les paliers les moins remaniés. En l'absence de datation ^{14}C , seule la chronologie relative date ces limons postérieurs à la l'édification de la moyenne terrasse, confirmé par les études plus récentes (Capdeville *et al.* 1997, Millet 2001). Des études comparatives ont néanmoins permis d'établir des corrélations avec les vallées affluentes, notamment de l'Ariège, du Tarn, du Lot et de la Dordogne (Icole 1973, 1980 In Bruxelles *et al.* 2003, Icole et Rieucan 1976a, 1976b).

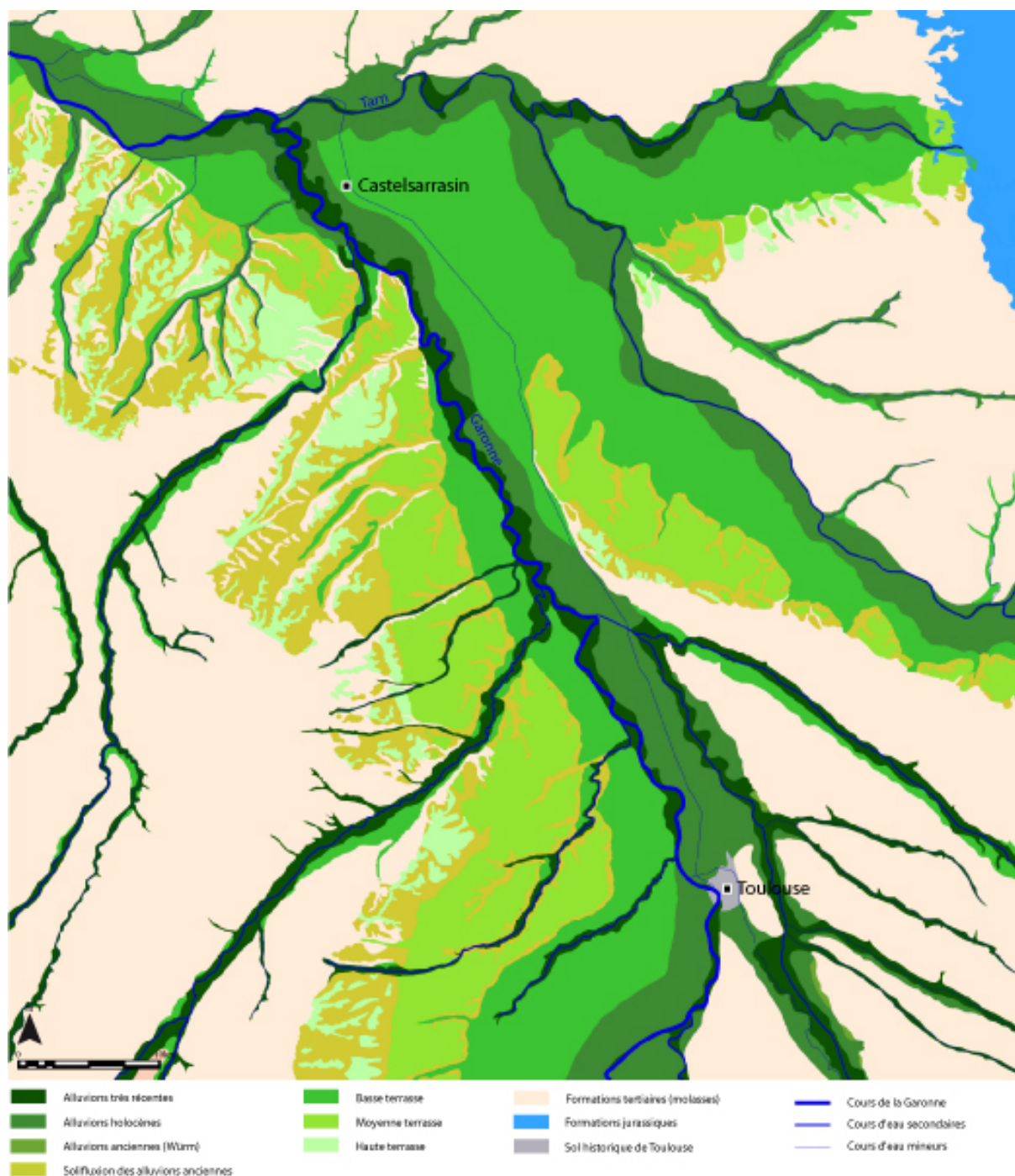


Figure 8 : Localisation des terrasses alluviales dans la vallée de la Garonne

Dans la vallée de la Garonne, au moins cinq phases successives de creusement-alluvionnement ont été identifiées durant le Quaternaire, façonnant un paysage dissymétrique. Les terrasses qui en résultent présentent de grandes similitudes, notamment durant les quatre premiers épisodes. La basse plaine, correspondant à notre secteur d'étude, apparaît plus complexe, avec un premier palier probablement würmien, incisé postérieurement, avant une seconde phase d'édification au cours de l'Holocène.

2.1.1.2. Régime hydrologique

La Garonne montre un régime hydrologique qui évolue entre la zone pyrénéenne et l'estuaire de la Gironde. Cependant, seul un seuil est identifié au nouveau de Toulouse, avec une nette diminution de l'influence pyrénéenne. En aval, les affluents du Tarn et du Lot sont assez puissants pour modifier le régime garonnais.

Le régime hydrologique général se scinde globalement en deux, avec une influence nivale entre les Pyrénées et Toulouse et pluviale en aval de Toulouse (Pardé 1935). En amont, le régime nival pur est rare sur les cours d'eau pyrénéens, avec une supériorité de mai sur juin très fréquente et un faible débit en septembre. Le régime est donc nival de transition. En aval de Toulouse, l'influence pluviale prend l'avantage avec les apports successifs du Tarn et du Lot.

En amont de la confluence Tarn-Garonne, le rythme d'écoulement est encore dominé par les Pyrénées, marqué par des maxima en mai et de basses eaux en été. Les crues sont fréquentes en hiver et les débits de janvier-mars sont divisés par deux en août-septembre. En aval du Tarn, le régime devient nivo-pluvial par l'apport du Tarn, qui relève les débits dès novembre pour des maxima entre janvier et juin (contre février et juillet en amont). Rare exception à l'échelle nationale, deux périodes de débit maximum sont identifiées en février et en mai, le premier restant inférieur au second.

Le second seuil du régime du fleuve se situe à la confluence Lot-Garonne. Le cours d'eau est alors pluvio-nival, avec de hautes eaux entre décembre et mai tandis que le mois de décembre est supérieur à juin. Les deux maxima persistent, en février et avril, soit un mois plus tôt qu'en aval du Tarn. La contextualisation de M. Pardé (1935) à l'échelle ouest-européenne (Rhône, Rhin et Pô) permet de corréler la Garonne avec le Rhin, qui montre également deux maxima annuels en février et juin. L'influence glaciaire est toutefois plus sensible sur les trois fleuves comparés.

2.1.1.3. « Les Garonnes » : segmentation géomorphologique

Née dans le Val d'Aran, dans les Pyrénées espagnoles, la Garonne s'écoule sur 47 km avant de franchir la frontière franco-espagnole et poursuivre son parcours sur environ 478 km à travers le Sud-Ouest français jusqu'à l'estuaire de la Gironde (SMEPAG 1989). La variété des paysages, la variabilité des aménagements et leur impact sur le cours d'eau ont permis à R. Lambert (1989a, b, c) et P. Deffontaines (2000) de distinguer cinq zones et sept tronçons, dont l'unité « ... est symbolisé[e] par un substantif clé qui le caractérise » (SMEPAG 1989 p.11) : montagnarde, de piémont, étalement de la Garonne pyrénéenne, moyenne et maritime (figure9)

La Garonne montagnarde s'étend de la source au Val d'Aran jusqu'à Montréjeau, soit 86 km environ en direction du Nord-ouest (figure 9). Dans les Pyrénées françaises, la vallée est étroite, mais ponctuée de verrous et d'ombilics qui traduisent la forte empreinte glaciaire. Les parois abruptes rocheuses bordent un lit régulier et peu sinueux contenu par des berges très végétalisées. Des cônes de déjection postglaciaires ou des bourrelets morainiques dissimulent ponctuellement les versants, favorisant l'implantation de villages et les activités agricoles. C'est par un étroit couloir (jusqu'à moins de 200m de large) à l'aval de Loures-Barousse que la Garonne sort des Pyrénées.

Entre Montréjeau et Toulouse, la Garonne de Piémont s'oriente suivant un axe sud-ouest/nord-est. Il s'agit de la section la plus instable de la Garonne où la plaine est héritée d'un style méandrique à charge grossière et d'un chenal à une largeur variable. Fréquemment, le lit s'écoule sur le substratum Mésozoïque ou la molasse Cénozoïque. Les premiers champs d'inondation importants sont représentés par une série de trois bassins successifs : la plaine de Rivière (Montréjeau-Valentine), la plaine de Pointis et Labarthe-Inard (Saint-Gaudens-Saint-Martory) et la

plaine de Palaminy (Boussens-Cazères). De structure identique, ces bassins sont isolés par un substrat très résistant formant des goulots à l'aval, mais forment une seule et grande plaine alluviale. A l'aval de Carbone/Cazères, le lit est plus régulier et stabilisé par une ripisylve dense en l'absence totale d'aménagements dans la vallée étroite (moins de 250m de large). La pente, plus douce que dans la section amont (4 à 5 ‰), reste forte (> 1‰). Le lit est fortement encaissé par les berges subverticales entaillées dans la terrasse würmienne. La dissymétrie de la vallée est marquée par une rive droite façonnée en falaise dans la molasse d'une centaine de mètres d'épaisseur jusqu'à Toulouse. En rive gauche, on retrouve l'étagement de talus des terrasses successives favorisant l'installation des habitats et des pratiques agricoles, hors de l'emprise des inondations.



Figure 9 : Les segments de la Garonne entre les Pyrénées et la Gironde

En aval de la confluence avec l'Ariège, légèrement en amont de Toulouse, tant la morphologie du chenal que la dynamique alluviale changent profondément en entrant dans la section médiane de la vallée (Lambert 1989a, 1989b). Ce secteur, qui correspond au secteur d'étude, marque la zone d'étalement de la Garonne Pyrénéenne ou « Garonne Toulousaine » (Lambert 1989a), en aval de Toulouse jusqu'à la confluence avec le Tarn, à environ 82 km au nord-ouest. Il s'agit d'une zone de plaine alluviale dissymétrique où le champ d'épandage des crues pyrénéennes devient plus imposant et où les terrasses fluviales apparaissent en rive droite. Ce secteur fluvial garonnais est alors désigné sous le terme « Moyenne Garonne » (Deffontaines 2000). L'auteur fait courir ce tronçon de Grenade-sur-Garonne à Castet-en-Dorthe, là où le découpage géomorphologique de R. Lambert en distingue deux. Cette différence tient à la différence de prisme d'observation. Deffontaines divise la Garonne selon des observations générales, qui incluent le style fluvial, le paysage, l'entité culturelle alors que Lambert s'appuie uniquement sur des critères géomorphologiques. La difficulté à définir un terme et donc la variété qui en découle a déjà été évoquée dans la thèse de P. Valette (2002). Le choix des termes « Garonne Toulousaine » est le plus adapté et le plus neutre dans le cadre de cette étude, où la géomorphologie est un des deux versants de la recherche.

La Moyenne Garonne s'étend vers l'aval selon un axe ESE-WNW jusqu'à La Réole/Castets-en-Dorthe (environ 135 km). Le changement du fleuve y est important avec l'apport du Tarn : le bassin versant ainsi que le module sont doublés. Le régime devient pluvio-thermal océanique et la pente diminue à moins de 1‰. Les méandres sont plus réguliers et la longueur d'onde plus grande. Le chenal reste mobile, mais dans une moindre mesure qu'en amont. L'apport considérable du Tarn ainsi que des nombreux autres affluents n'influe pas sur la largeur du lit (calibré depuis 150 ans) mais sur son encaissement, bien plus marqué qu'en amont avec des berges d'environ sept mètres de haut creusées dans la molasse. La succession d'élargissements et de rétrécissements perturbe l'écoulement de l'eau dans une des plus grandes plaines d'inondation de France à l'aval de Thouars-sur-Garonne (en termes de surface comme de fréquence de submersion). La multiplicité des digues longitudinales et transversales ainsi que l'absence de système de protection cohérent ont entraîné une fragmentation de la vallée en quatre grandes unités, subdivisées en casiers kilométriques par les travaux communaux puis en casiers métriques résultant de travaux privés (Lambert 1989c).

La Garonne Maritime correspond au tronçon influencé par la marée, qui atteint La Réole à environ 92 km au sud-est du Bec d'Ambès. La morphologie de la vallée change profondément avec la réduction de la plaine alluviale (moins d'1km de large) de La Réole à Rions, creusée dans un calcaire stampien très résistant. Des lambeaux de basse terrasse en rive gauche, un jeu important de digues longitudinales continues et un système de casiers d'inondation démontrent une continuité avec le tronçon précédent. Le chenal est entièrement artificialisé et calibré, les méandres réguliers fixés par des épis. La vallée s'élargit ensuite jusqu'à Bordeaux, les palus prenant le pas sur la ripisylve, séparés du chenal par des bourrelets latéraux. Le substrat sablo-limono-vaseux est encore visible au fond du lit ordinaire, que la marée et les aménagements pour la navigation ont contribué à élargir. C'est à proprement parler la véritable Garonne Maritime, le cycle des marées l'emportant sur l'hydraulicité du fleuve. En aval de Bordeaux et jusqu'au Bec d'Ambès, où la Garonne reçoit les eaux de la Dordogne et devient la Gironde, le lit est totalement artificialisé et fixé pour les besoins de la navigation. La forme de la vallée est entièrement soumise à l'influence de marée. Les bourrelets alluviaux sont plus imposants (plus d'1km de large), abritant les marais asséchés par les travaux de bonification mais inondés régulièrement par les eaux estuariennes.

Des Pyrénées à l'océan Atlantique, la Garonne présente un ensemble de paysages diversifiés, divisé en plusieurs tronçons uniformes et aux transitions parfois brutales. Dans ce contexte, l'isolement de la zone étudiée se révèle pertinent en raison de la modification brutale des conditions morphologiques en amont et en aval du secteur, ainsi qu'une influence hydrologique pyrénéenne limitée. Première plaine alluviale régulière et uniforme, ce secteur constitue un espace favorable à l'enregistrement de l'histoire hydrosédimentaire depuis le début de l'Holocène.

2.1.2. La zone d'étude : la basse plaine entre Toulouse et le Tarn

La définition du cadre à la fois chronologique et spatial est un objectif majeur en amont de la recherche. Ici, les caractéristiques géomorphologiques et topographiques ont naturellement posé les limites de la zone d'étude dans la vallée. Le tronçon entre Toulouse et la confluence du Tarn (photographie 1) est bien défini dans le paysage par une rupture profonde du paysage garonnais, dans sa forme et sa dynamique. Les crues d'origine pyrénéennes trouvent ici le premier champ d'épandage dans une large plaine.

2.1.2.1. Présentation générale

L'élargissement de la plaine alluviale en aval de Toulouse fait de ce secteur un lieu propice à l'enregistrement de l'histoire hydro-sédimentaire et géoarchéologique de la Garonne. Au sud, la modification brutale de l'alluvionnement dans le secteur compris entre la confluence de l'Ariège et Toulouse (Lambert 1989) isole l'aval de Toulouse du secteur amont. Au nord, les apports aussi bien hydrauliques que sédimentaires du Tarn modifient en profondeur le régime hydrologique de la Garonne et son fonctionnement hydro-sédimentaire. La zone d'étalement des crues pyrénéennes présente donc des limites naturelles qui l'isolent en amont et en aval du reste de la vallée. D'autre part, l'absence de confluences majeures dans ce secteur contribue à son homogénéité. Les confluences de l'Hers-Girou (768 km², 6m³/s) en rive droite et de la Save (1152 km², module 6m³/s) et de la Gimone (840 km², module 3m³/s) en rive gauche, viennent grossir la superficie du bassin de la Garonne de 10500 km² à Toulouse à 13200 km² en amont du Tarn, mais modifient peu le cadre hydro-géomorphologique. Cette rupture géomorphologique permet de poser un cadre spatial cohérent à ce travail.



Photographie 1 : A gauche, la Garonne à Toulouse. A droite, la Garonne à Saint-Nicolas de la Grave

Cet espace, qui correspond à la « Garonne Toulousaine » de Lambert (1989a, b, c), se caractérise par une largeur exceptionnelle de la vallée qui dépasse 25km. En son sein, la basse plaine atteint une largeur de 5km. Ce secteur, vaste espace dédié à l'agriculture, a fait l'objet d'un fort intérêt pour les formations pléistocènes dans les années 1960-80 (Cavaillé 1965, 1969, Hubschman 1974, 1975b, 1975d, Icole 1973, Lambert 1989 a, b, c...). Depuis, peu de travaux ont été menés sur ce secteur et les modalités d'édification de la basse plaine sont mal documentées. Les cadres chronologique et géomorphologique de cette étude se calquent sur la basse plaine, c'est-à-dire de l'espace aujourd'hui soumis à l'aléa d'inondation exceptionnel et rattaché *à priori* à l'Holocène. Ce secteur coïncide dans l'ensemble avec l'enveloppe de la crue de 1875. La question de la mise en place de cette unité morphologique est complexe et différentes hypothèses ont été formulées (Cavaillé 1965, 1969, Rieucan 1971, Hubschman 1974, 1975b, 1975d, Icole et Rieucan 1976b, Lambert 1989, Lambert et Prunet 2000). Elles seront l'objet du chapitre suivant.

Le tronçon de la « Garonne Toulousaine » s'étend sur 82km environ, orienté SSE-NNO et soumis à un régime pluvio-nival. En amont, l'altitude moyenne du talweg est voisine de 132m NGF contre 65m NGF environ en aval, soit un dénivelé de 67m. La pente du talweg est d'environ 0,8‰, ce qui, bien que plus faible que dans le secteur précédent (1,53‰), reste une valeur élevée. La surface

maximale d'étalement des crues atteint 19220 hectares (pour la crue de 1875), soit une capacité de stockage estimée à 500 millions de mètres cubes (Lambert 1989b). Le chenal garonnais présente un style méandriforme, au ratio local de 1,3 (Steiger *et al.* 1998), en réponse à la baisse de la pente. La Garonne s'écoule principalement en bordure de sa rive gauche où elle vient saper la terrasse principale « rissienne » (Fx1 d'après Lambert, 1989) ou « würmienne » (Fy d'après Cavaillé, 1965). En conséquence, la basse plaine se développe principalement en rive droite. Elle enregistre une forte mobilité du chenal qui se traduit par la présence d'un grand nombre de paléoformes fluviale méandriforme encore visibles aujourd'hui à la fois sur le terrain par la micro-topographie et les bras-morts en cours d'assèchement, ainsi que sur les cartes et photographies aériennes par le découpage des parcelles agricoles. Ces formes sont toutes antérieures aux années 1950-1960 et aux grands projets de stabilisation des berges, notamment en Tarn-et-Garonne. La Garonne est aujourd'hui pour l'essentiel fixée sur son tracé actuel. Sa dynamique verticale d'incision est mise en évidence par les affleurements du substrat molassique, qui crée des seuils à l'étiage en aval desquels s'accumulent des bancs de graves mobiles (Lambert 1989b). Cette dynamique récente d'enfoncement du chenal a été mise en relation avec le tarissement des ressources sédimentaires et les importants volumes de graviers prélevés dans le lit mineur jusqu'à la fin du siècle dernier (Beaudelin 1989).

Les principaux tributaires de la Garonne n'ont que peu d'impact sur la dynamique d'édification de la plaine alluviale, à l'exception notable du complexe Hers-Girou en rive droite. Le réseau hydrographique s'organise autour de la Garonne (figure 10), colonne vertébrale de la plaine alluviale qui collecte les eaux des nombreux affluents. Dans ce réseau, deux cours d'eau sont totalement artificiels, le Canal de Saint-Martory se jetant dans la Garonne à Toulouse et la Canal Latéral à la Garonne, qui prolonge le Canal du Midi jusqu'à Langon. Comme dans la morphologie de la plaine, on observe une dissymétrie dans la distribution des cours d'eau tributaires de la

Garonne, avec 21 affluents directs en rive gauche contre seulement 6 en rive droite. L'orientation SO-NE du socle géologique dans ce secteur pourrait être à l'origine de ce déséquilibre. Le réseau hydrographique peut être classé selon trois catégories, en fonction de la taille du cours d'eau :

- la Garonne, plus grand cours d'eau de ce secteur et collecteur général des eaux de surface et souterraines
- les affluents de taille moyenne : le Touch, l'Aussonnelle, la Save et la Gimone en rive gauche, tandis que l'Hers et le Tarn drainent la rive droite
- Enfin, tous les autres cours d'eau, souvent affluents du groupe précédent, et correspondant à de petits ruisseaux drainant les terrasses.

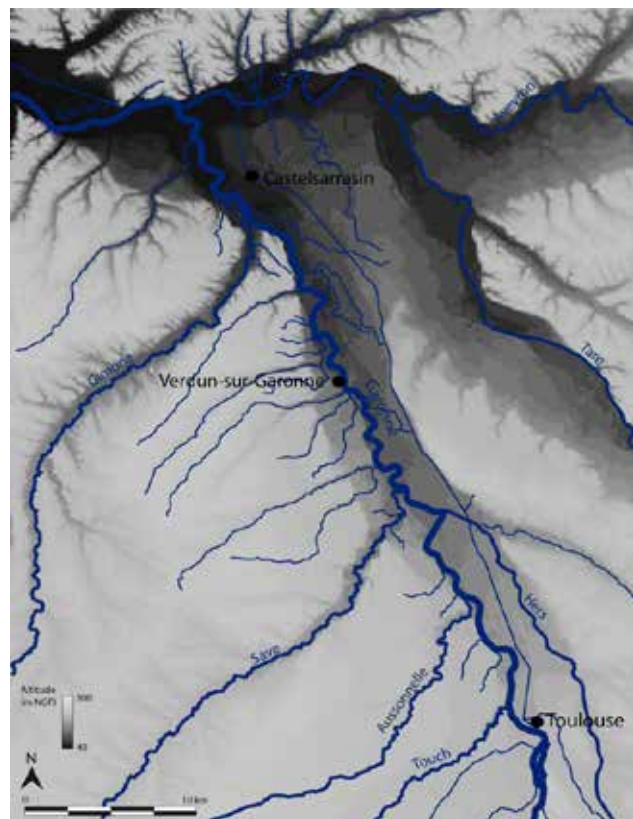


Figure 10: Réseau hydrographique entre Toulouse et la confluence du Tarn

Cette organisation est constante entre Montréjeau et Agen, formant un réseau hydrologique en éventail, dont cours d'eau parallèles ou légèrement divergents sont « ... *l'image d'un réseau élémentaire, non hiérarchisé, puisqu'il n'y a, pour ainsi dire, pas de distinction entre petits et grands cours d'eau et que tous se trouvent égaux* » (Derruau 2004, p. 14).

Enfin, l'impact anthropique sur la plaine alluviale est aujourd'hui très marqué. L'espace est dévoué à l'agriculture maraîchères et des céréales, qui se traduisent par des installations ponctuelles et isolées à (parfois ancienne) vocation agricole. Elles se densifient seulement en lieu et place d'anciennes installations de marinières, comme à Ondes et Fenouillet.

La plaine alluviale de la « Garonne Toulousaine » se présente donc sous la forme d'un vaste espace dissymétrique, au chenal figé depuis la fin du siècle dernier. La chronostratigraphie de la plaine alluviale reste quant à elle mal définie. La précision des contextes hydrologique et géomorphologique est importante dans la restitution des processus hydrosédimentaire à l'origine de la basse plaine.

2.1.2.2. Contexte géomorphologique

Dans la plaine alluviale, les unités hydrogéomorphologiques ont été définies lors de la réalisation de la carte géomorphologique de R. Lambert (1989a, c). Trois segments d'emprise latérale variable ont été délimités, les lits mineur, majeur et majeur exceptionnel. Ils s'insèrent au sein de formations étagées datées entre le Cénozoïque terminal et le début du Pléistocène, qui constituent le reste de la vallée de la Garonne.

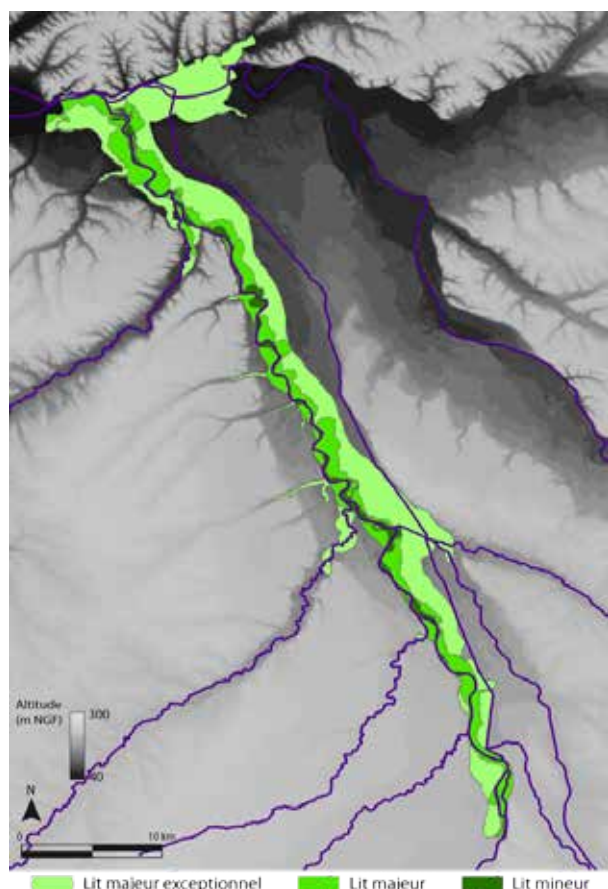


Figure 11: Les unités morphologiques de la zone d'étude

Les travaux de R. Lambert (1989a, b, c) ont permis d'identifier trois unités morphologiques « fonctionnelles », le lit mineur, le lit majeur et le lit majeur exceptionnel (figure 11). Par rapport au tracé actuel de la Garonne, le lit majeur exceptionnel, et plus rarement le lit majeur, présente un aspect dissymétrique. Ce phénomène est déjà perceptible à l'échelle des terrasses pléistocènes, lié à la migration du fleuve vers l'ouest et qui ne peut donc être envisagé à la seule échelle de l'Holocène.

Le lit mineur, qui comprend le chenal ainsi que les secteurs à récurrence des hautes eaux annuelles, couvre une superficie totale de 20km² dans cette partie de la plaine alluviale garonnaise. La largeur moyenne du chenal est de 150m et son coefficient de sinuosité de 1,3 (Steiger *et al.* 1998). Cette zone est en constante évolution, freinant tout développement de la ripisylve sur les dépôts gravo-sableux très mobiles (îles, bancs graveleux...). Les aménagements dans ce secteur se limitent à la construction de ponts ainsi que des digues et enrochements pour fixer le chenal. Ces derniers

ont considérablement réduits l'emprise du lit mineur dans la plaine alluviale depuis la fin des années 1960.

Le lit majeur occupe près de 100km² dans la plaine alluviale de la Garonne Moyenne. La granulométrie est moins grossière que dans le lit mineur, même si la proportion de sables reste forte en raison de la proximité du chenal. La stabilité relative de ce secteur a permis le développement d'une ripisylve dense mais dont l'emprise a fortement diminué suite à deux périodes de déboisement intense, vers 1830 et 1970 (Muller *et al.* 2002), avec une largeur moyenne d'environ 530m sur l'ensemble des deux rives. La mosaïque forestière tend aujourd'hui à se simplifier et la population sylvestre est largement dominée par le peuplier et le saule d'origine anthropique, la ripisylve dite « naturelle » subsistant uniquement dans les secteurs du domaine public fluvial.

Enfin la plaine d'inondation, ou lit majeur exceptionnel, s'étend sur plus de 260km² entre Toulouse et la confluence du Tarn, la rendant vulnérable uniquement aux crues centennales, comme en 1952 ou 1875 (Cavaillé 1965 et Gazelle 1984). L'enregistrement de l'histoire de la dynamique fluviale est optimal dans cette unité morphologique peu remaniée, comme en témoigne les nombreuses paléoformes fluviales visibles dans la plaine d'inondation. La stabilité pluri-décennale du paysage a favorisé l'occupation, bien qu'entre Toulouse et la confluence avec le Tarn, seules quatre zones urbaines soient implantées : Fenouillet et Gagnac-sur-Garonne, petites villes dans la grande banlieue nord de Toulouse, et les villages d'Ondes et de Saint-Caprais sur la rive droite face à Grenade-sur-Garonne. Le reste de l'occupation est disséminée en petits hameaux voire en habitations isolées liés aux pratiques agricoles dans la plaine d'inondation. Le maïs et le peuplier sont les principales cultures pratiquées dans ce secteur, le premier s'étendant jusque sur les terrasses alluviales. Le reste de la végétation est restreinte aux haies cloisonnant les parcelles agricoles et à la végétation arborée délimitant les paléoformes les plus récentes et le réseau hydrographique secondaire. Ce dernier, relativement dense, draine les terrasses alluviales avant de rejoindre la Garonne.

La plaine alluviale de la Garonne présente une répartition de l'espace dissymétrique, avec un lit mineur extrêmement réduit par chenalisation, un lit moyen dévolu à la ripisylve quasi-totalement anthropique (gaule et ramiers) et un lit majeur dédié à l'agriculture intensive. La chenalisation très forte du cours d'eau a renforcé la stabilité du cours d'eau et des paysages au détriment d'un renouvellement naturel de la végétation et des sédiments. Dans le lit majeur exceptionnel, l'agriculture est omniprésente mais la persistance du risque d'inondation a limité l'occupation à un habitat dispersé.

2.1.3. La formation de la plaine alluviale de la Garonne : état des connaissances

Les travaux sur la chronostratigraphie de la plaine alluviale sont peu nombreux et se sont surtout attachés à décrire le fonctionnement de la plaine plus que les processus et chronologie de sa mise en place. Les principales données sont issues des travaux de Lambert (1989), qui mettent en relation la géomorphologie de la plaine et son fonctionnement actuel. La question de la terrasse würmienne est particulièrement sensible dans la zone d'étude. La trame générale de la stratigraphie de la plaine alluviale sera ensuite évoquée, ainsi qu'une revue des unités chronostratigraphiques à l'aide des données pré-existantes.

2.1.3.1. La problématique ancienne de la terrasse würmienne

Les travaux engagés dans ce paragraphe procèdent à une révision critique de la cartographie géologique de Cavaillé (1969) et des notices associées. Certains secteurs de la basse plaine montrent un faciès ancien, dont l'attribution chronologique reste indéterminée. Hubschman (1973, 1974) et Lambert (1989a, b, c) proposent une formation alluviale garonnaise du Würm disparaissant sous des dépôts alluviaux plus récents. Mais l'analyse de ces hypothèses à la lumière des données récentes pourrait en modifier l'attribution chronologique. Il s'agit donc de positionner notre réflexion par rapports à ces deux hypothèses.

Lors de la réalisation de la carte archéologique dans les années 1960 et de ses travaux sur la vallée de la Garonne (1965, 1969), Cavaillé a proposé une attribution chronologique au post-glaciaire pour l'ensemble de la basse plaine. Il y distingue un palier à sols évolués à l'aplomb de la basse terrasse dominant d'environ 10m le reste de la basse plaine. Il est suivi entre Pompignan et Castelsarrasin et « ... *n'a donné aucun reste préhistorique plus ancien que le Mésolithique* » (Cavaillé 1965, p.260). De Grisolles à Castelsarrasin, ce palier présente une pente plus faible que la basse plaine. L'auteur en conclut à une formation postglaciaire, mais référencée Fy (basse terrasse) dans la carte géologique, issue de la forte compétence de la Garonne post-würmienne. La rapidité de sa mise en place n'aurait pas permis de creuser plus avant le substrat molassique. Cavaillé corrobore son hypothèse par un niveau de limons d'inondations au sommet à pédogénèse peu évoluée caractéristique du Postglaciaire et la découverte à Palaminy (amont de Toulouse) de restes d'*Elephas Primigenius* (Astre 1967), sur un palier en bordure de la basse terrasse. Sa localisation *in situ* est mise en doute par Méroc (1967). En résumé, Cavaillé distingue la basse plaine (enveloppe de 1875), un palier intermédiaire post-würmien sans précision, et une basse terrasse würmienne.

Dès 1972, les travaux d'Hubschman (1972, 1973, 1975b) sur les terrasses alluviales de la Garonne réfutent l'interprétation de Cavaillé. Il propose une datation würmienne pour une grande partie de la basse plaine, grâce à une première série d'observations pédologiques montrant « ... *une évolution déjà longue, incompatible avec une mise en place récente (Postglaciaire) de la nappe alluviale* » (Hubschman 1972, p. 653). Cette ancienneté est notamment marquée par les formes des concrétions calcaires et la mise en place de dépôts loessiques typique du climat sec attribué au Würm. Ces arguments sont rapidement appuyés par la datation ¹⁴C sur coquille des loess à Pompertuzat (en amont de Toulouse), qui livrent une date à 20900±570 BP (Hubschman 1973) et présentent des caractères similaires aux loess de la zone d'étude. Une mise en place de la basse plaine en deux phases successives au cours du Würm, colmatage au Würm I et éolisation au Würm II, est proposée (Hubschman 1975b). Les limons de couverture seraient synchrones des loess. De vastes espaces à dépôts postglaciaires sont toutefois observés dans la basse plaine, que l'auteur attribue à une dynamique locale complexe et changeante. La basse terrasse est également réattribuée, passant du Würm au Riss, d'après la chronologie des formations bordières.

La réalisation de la carte géomorphologique de la Garonne par R. Lambert (1989a, 1989b) apporte de nouveaux éléments, corroborés par des travaux ultérieurs. A partir des données anciennes et de la multiplication des observations de terrain, l'auteur propose une basse plaine mixte, où la « terrasse » würmienne et la plaine alluviale post-glaciaire se côtoient. La première est dans la continuité de la terrasse identifiée en amont de Toulouse et correspond en partie au palier identifié par Cavaillé (Cavaillé 1969). Elle disparaît juste en amont de la confluence Hers/Garonne. Des travaux menés à la fin des années 1990 (Lambert et Prunet 2000) montrent que cette disparition est liée à l'enfouissement en aval de la « terrasse » würmienne. La dynamique alluviale, et en particulier la migration latérale du chenal à travers la plaine alluviale, a entaillé les niveaux würmiens.

L'incision du talweg a abaissé l'altitude générale de la plaine d'inondation, que Lambert (1989a, 1989c) nomme « bassure », formant un talus peu élevé (entre 2 et 10m). Le faible pendage de la « terrasse » würmienne, désigné sous le terme « hauteur », a favorisé sa fossilisation sous les dépôts de crue postglaciaires en aval de Toulouse. Dès lors, l'emprise de la plaine alluviale post-glaciaire est visuellement comparable à celle du Würm, d'une largeur comprise entre 2 et 4km. Au sommet de cette formation glaciaire, en contrebas de la basse terrasse, se sont installés ponctuellement les loëss du Würm II datés par Hubschman (1973, 1974, 1975b), dans des secteurs non remaniés par la dynamique alluviale post-glaciaire. Cette interprétation de la chronologie d'édification de la basse plaine paraît cohérente avec les hypothèses plus anciennes et notamment l'identification de dépôts péri- et post-glaciaires dans un espace à priori homogène. C'est cette hypothèse de travail qui servira de fil conducteur à notre réflexion sur l'évolution géomorphologique, chronologique et topographique de la plaine alluviale post-glaciaire.

2.1.3.2. Hypothèses chronostratigraphiques de la plaine alluviale

La chronostratigraphie de la plaine alluviale en aval de Toulouse est basée sur trois faits : paléontologique, archéologique, écologique. A cela s'ajoute la corrélation des terrasses depuis les complexes glaciaires terminaux mis en évidence par Lambert (1989) et Stange *et alii* (2013). Le premier a livré la plus ancienne chronologie. La découverte de restes d'*Elephas primigenius* à Palaminy (Astre 1967), malgré un gisement douteux, pousse l'âge minimal du plus haut palier de la basse plaine antérieur à 10000 BP. Cette chronologie est confirmée par les dépôts loessiques au sommet datés de 20900±570 BP (Hubschman 1973, 1974, 1975b). Ces données présentent donc une chronologie Pléniglaciaire des formations à l'extrémité sud-est (jusqu'à la confluence de l'Hers) de la basse plaine.

Les faits archéologiques, associés aux données géotechniques et à des datations radiocarbone, ont permis de distinguer les dépôts postglaciaires. Les fouilles archéologiques menées à Fontréal (Pons *et al.* 2004, Bruxelles *et al.* 2010, Lelouvier 2010), à la transition entre les plaines de la Garonne et de l'Hers, montrent une mise en place probablement polyphasée du remplissage. A la base, la nappe de fond montre un tri granulométrique croissant vers l'ouest, passant de sables grossiers à passées de graviers, voire à galets, à des galets grossiers emballés dans une matrice sablo-argileuse. Ces dépôts résultent de chenaux très compétents. Cette nappe est scellée par un épais niveau de limons sableux jaunâtres d'origine alluviale, qui a livré une datation sur coquilles à 15605 cal BC-14565 cal BC (datation AMS, 14200±100 BP, Bruxelles *et al.* 2010). Ces dépôts et leur chronologie sont rapprochés de niveaux similaires à Pompignan datés à 13468 cal BC-12980 cal BC (12830±50 BP, Lelouvier et Bruxelles 2008) et 13011 cal BC-12302 cal BC (12505±50 BP, Lelouvier et Bruxelles 2008) par les auteurs. Ces derniers suggèrent qu'au Néolithique moyen, le milieu devient marécageux et seuls les points hauts émergent. Les zones basses sont colmatées en premier lieu par des dépôts de décantation, progressivement remplacés par des colluvions plus ou moins sableux. Leur mise en place provoque d'importants remaniements stratigraphiques jusqu'au Moyen-âge, lors de l'assèchement du milieu en réponse à la migration du chenal vers l'ouest et de la confluence Hers/Garonne vers le nord. Les mises en cultures au début de l'époque moderne accentuent le détritisme sur les versants. L'Hers et le Girou exhausse alors leur lit, tandis que des cônes de déjection se forment à la sortie des talwegs. Cet exhaussement généralisé dans ce secteur est accompagné d'un nivellement global de la plaine alluviale par la mécanisation de l'agriculture. Au nord-ouest du site de Fontréal, les fouilles archéologiques de la gravière de la Ginestière (Migeon 1997, Poignant *et al.* 1997) n'ont pas permis d'obtenir de datation absolue mais une approche de la chronologie mise en place des formations alluviales. Les travaux de Bruxelles *et alii* (2010) ont mis en

évidence l'héritage du fonctionnement d'un chenal en tresse ou à méandre dans l'irrégularité du sommet des graves sableuses de fond.

Les différentes études montrent une terrasse würmienne encore mal définie et dont l'existence et/ou la localisation fait l'objet d'aucun consensus. Si les études les plus récentes tendent vers l'enfouissement sous des dépôts postérieurs (Lambert 1989a, c, Bruxelles *et al.* 2010), l'attribution chronologique de ces derniers fait également l'objet de débat entre le Tardiglaciaire (Bruxelles *et al.* 2010) et l'Holocène (Lambert 1989a, c).

2.1.3.3. Les sites d'étude

La plaine alluviale constitue une vaste superficie d'environ 260km², où il aurait été peu pertinent de disperser les recherches. Nous avons donc choisi d'ouvrir quatre fenêtres d'observation, où une échelle spatiale plus fine a permis une analyse plus détaillée. Réparties tout le long de la plaine alluviale, elles sont localisées dans des secteurs stratégiques et susceptibles d'offrir la meilleure restitution de l'évolution holocène du paysage (figure 12).

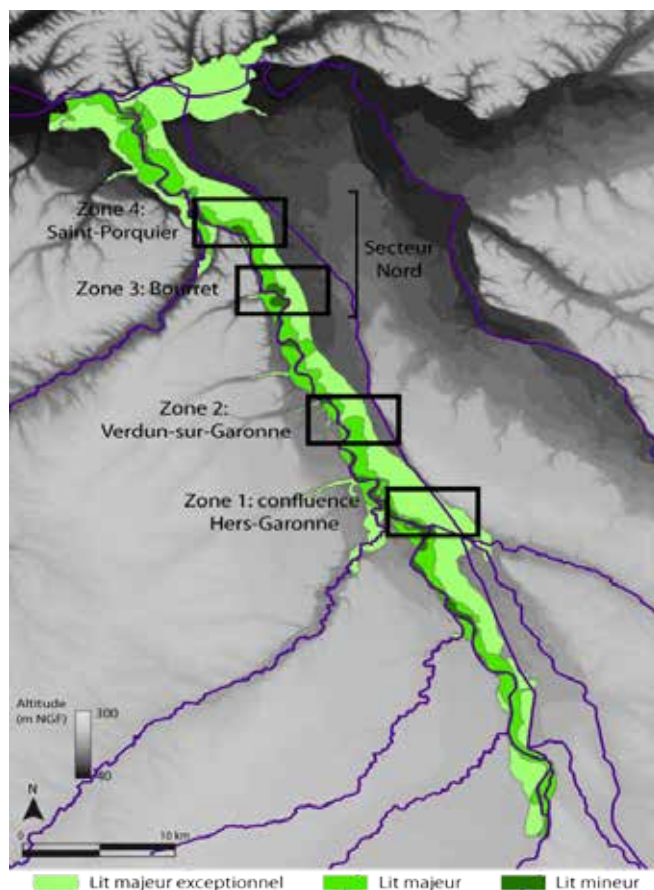


Figure 12 : Localisation des secteurs préférentiels

2.1.3.3.1. La confluence Hers-Garonne

La confluence de l'Hers mort, ou plus exactement du système Hers mort-Girou et la Garonne se localise au sud de la zone d'étude, à proximité des zones urbaines de Grenade-sur-Garonne et Ondes. La réalisation de travaux dans la partie la plus méridionale de la zone d'étude est en effet quasi-impossible de par la très forte urbanisation. Cet affluent est canalisé depuis la première moitié du XVIII^e siècle (Favre 2004), et ses débordements sont aujourd'hui très exceptionnels. Cette stabilité

moderne suggère une bonne préservation du remplissage antérieur et des formes alluviales associées. Ce secteur a toutefois été fortement perturbé par les exploitations de gravière et l'installation de la zone d'activité Eurocentre (figure 13).

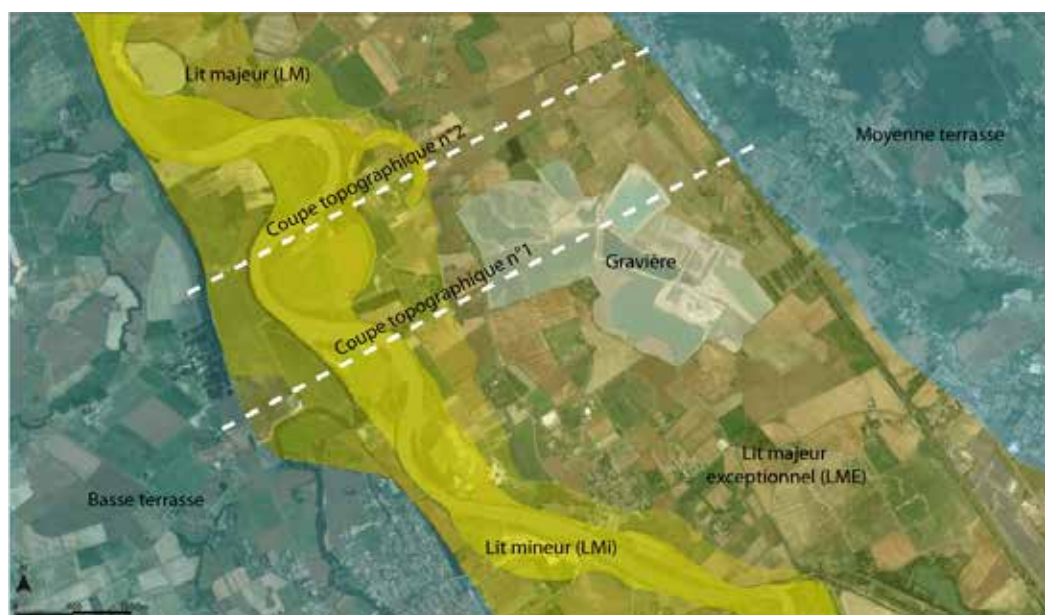
Au niveau de Grenade, entre la confluence de l'Hers-Girou au sud en rive droite et de la Save en rive gauche, la plaine alluviale de la Garonne connaît sur une distance de près de 10 km un élargissement important. Large d'à peine plus de 2,5 km au sud et au nord, la plaine atteint au niveau de Pompignan une largeur de plus de 3,8 km. La Garonne s'y écoule classiquement contre les terrasses principales (Fx et Fy suivant Cavaillé (1965) et Fxa et b suivant Lambert (1989)) en rive droite. Il est limité à l'ouest par la basse terrasse Fyb et à l'est par le canal latéral à la Garonne, qui coule en bordure de la moyenne terrasse, hormis au niveau de Grenade-sur-Garonne où elle forme un large méandre jusqu'au centre de la plaine. La ripisylve est limitée au lit majeur, sur une largeur moyenne de 500m entre les deux rives, et à proximité des paléoformes, avec près de 90% de peupliers d'origine anthropique (Muller *et al.* 2002).

Ce secteur présente une double pente, d'environ 4m du sud au nord (108 à 104m NGF) et de 2 à 4m d'est en ouest (107,5 à 103,5m NGF). La topographie générale est peu différenciée, mais la transition entre la basse terrasse et la plaine alluviale se présente sous la forme de paliers d'environ 2 à 5m. Dans la plaine alluviale, au moins trois paliers d'environ 1 à 2m distinguent également les différentes unités fonctionnelles. Le lit mineur ordinaire et moyen (Fz3 et Fz2) forme un ensemble d'une largeur variable entre 900 m et près de 2 km au pied du talus de terrasse. Il est associé à des paléoformes fluviales (méandres) encore partiellement connectées et régulièrement mises en eau. La partie est de la plaine est donc entièrement occupée par le lit majeur exceptionnel sur une largeur comprise entre 1,8 et 2,8 km. Les paléoformes fluviales y sont présentes mais moins nettes que dans l'unité précédente. Cet effacement est principalement le résultat des intenses travaux de remembrement et d'intensification agricole depuis les années 1970.

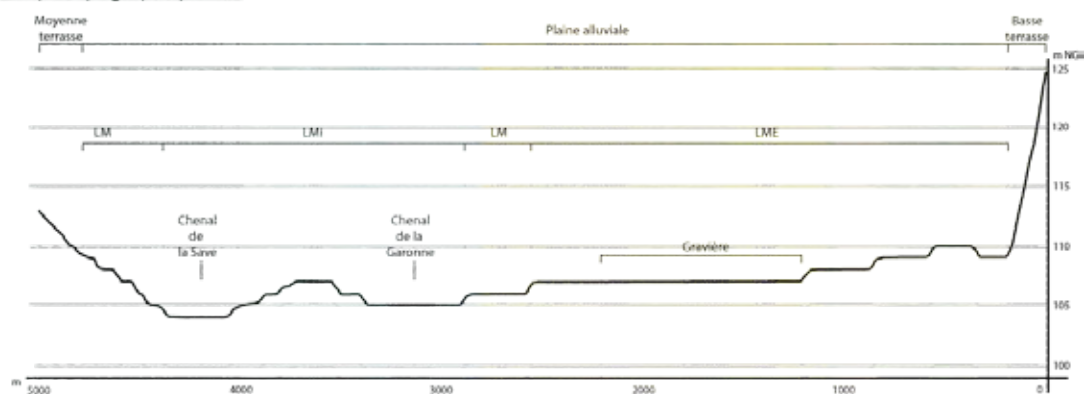
Au nord de la zone, une grande gravière a été ouverte en 1997 aux lieux dits Borde-Basse et Lacroze, sur les communes de Castelnau-d'Estrétefonds, Saint-Rustice et Ondes. En 2010 et 2011, la gravière a été étendue au lieu-dit Camps Grands sur la commune de Pompignan. Elle entaille le lit majeur exceptionnel, encadrée par plusieurs paléoformes tant à l'est qu'à l'ouest. Les affleurements artificiels de la gravière constituent une rare occasion d'observer l'architecture du lit majeur exceptionnel afin notamment :

- D'observer et de collecter des éléments chronologiques sur les limons jaunes (faciès, extension, relations stratigraphiques...)
- D'éclaircir le rôle respectif de la Garonne et de l'Hers-Girou dans l'édification de ce segment de la plaine alluviale élargie
- Proposer un modèle d'évolution intégrant ces observations et les données géoarchéologiques, dans un contexte local où les données sont, en comparaison d'autres secteurs, plus nombreuses et mieux contraintes

Ces observations permettent de compléter les données obtenues par les différentes opérations préventives, tant de diagnostic que de fouilles (L'ourmède, Fontréal, Camps Grands, La Nauze, l'Harnail, Le Nan, La Ginestière, Borde Grande) et les données géomorphologiques qui les accompagnent (L'ourmède, Fontréal, Camps Grands, Borde Grande).



Coupe topographique n°1



Coupe topographique n°2

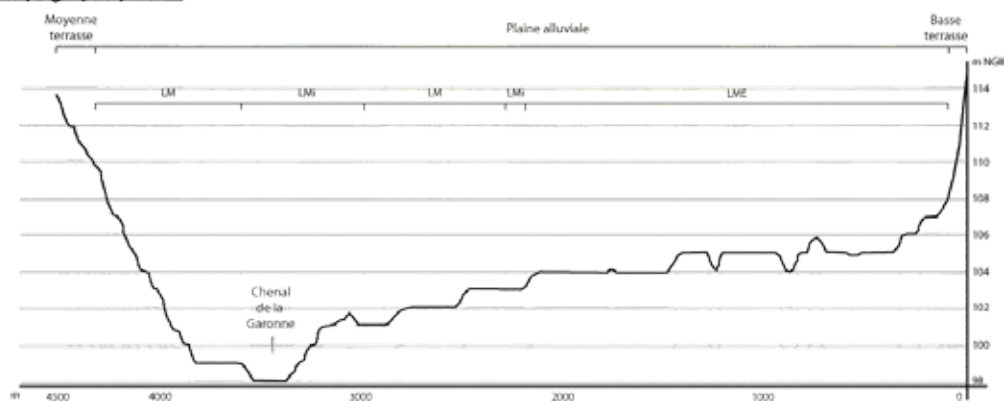


Figure 13 : Localisation du site de la confluence Hers-Garonne et coupe topographique de la plaine alluviale

2.1.3.3.2. Verdun-sur-Garonne

Localisé 5km en aval du secteur précédent, entre Grisolles et Verdun-sur-Garonne, ce segment de la plaine alluviale est caractérisé par un rétrécissement marqué, la plaine retrouvant une largeur de seulement 2,7km environ.

Ce secteur s'étend entre Grisolles au sud et Verdun-sur-Garonne/Dieupentale au nord. Il est délimité par la basse terrasse (Fy d'après Cavaillès (1965) et Fx1 et Fx2 d'après Lambert (1989) à l'ouest comme à l'est (figure 14). Le dénivelé longitudinal de la plaine est de 6m maximum (102m-96m NGF), contre 4m pour le dénivelé ouest-est (98m-95m NGF). Le chenal de la Garonne montre une morphologie méandrique plus nette que dans le secteur précédent. La longueur d'onde des méandres est de 2,1 km et leur amplitude faible, 850 m. Cette dynamique de méandrage se traduit par un élargissement du lit moyen, qui atteint près de 1,7 km de large, soit plus de 85 % de la largeur de la basse plaine. Le contact entre le lit moyen et le lit majeur exceptionnel se fait par un talus de faible amplitude et de forem festonnée, qui traduisent l'érosion du lit majeur exceptionnel au profit de la basse plaine. La topographie est peu différenciée dans la plaine alluviale, et des paliers d'1 à 2m isolent les différentes unités fonctionnelles de l'espace alluvial. Le lit mineur est très restreint dans ce secteur tandis que le lit majeur atteint jusqu'à 1,75km de large, soit près de 75% de l'emprise de la plaine alluviale dans cette zone la plus étroite.

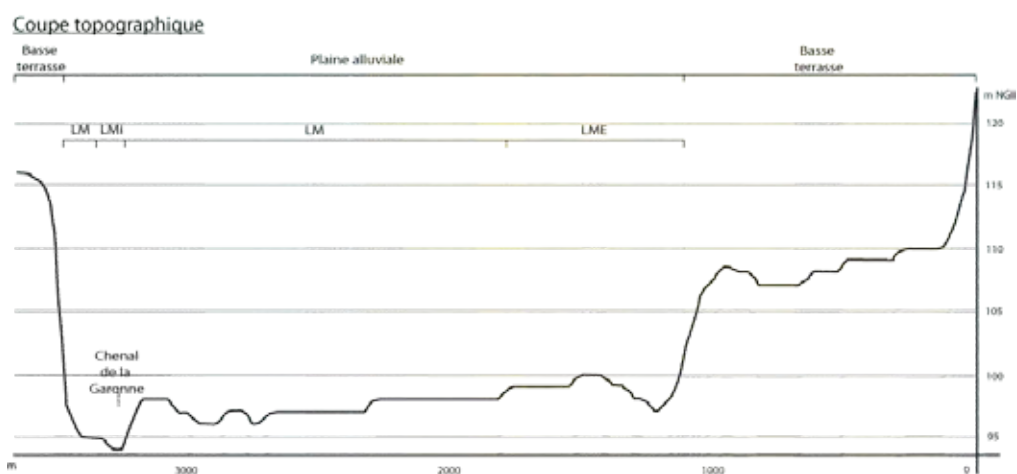


Figure 14 : Localisation du secteur de Verdun-sur-Garonne et coupe topographique de la plaine alluviale

Le rétrécissement de l'espace alluvial favorise l'enregistrement des paléoformes mais entraîne des effets de goulet, en accentuant la vitesse de crue et l'arrachage des dépôts supérieurs. Au sein de ce secteur, une succession de recoupement de paléoformes a été identifiée d'Est en Ouest. Dans le lit majeur, seuls deux paléochenaux sont encore partiellement connectés. Dans le lit majeur exceptionnel, les paléoformes colmatées, plus nombreuses, sont bien identifiées sur le terrain par les formations arborées à proximité immédiate. Dans le lit majeur exceptionnel, elles sont en revanche aplanies par l'agriculture mais perceptibles sur les cartes topographiques grâce aux tracés du réseau hydrographique secondaire, des voies de communication ou encore des parcelles à travers la plaine. L'emprise de la ripisylve, comprise entre 500m et 800m et largement dominé par des plantations de peupliers, est dissymétrique, avec une rive gauche moins exploitée en raison de sa vulnérabilité face aux risques de crue annuelle.

2.1.3.3.3. Le Secteur Nord

Le secteur nord est situé en aval de la zone d'étude, à 10km du secteur précédent. Il se divise en deux zones d'études complémentaires. La première est au carrefour des communes de Bourret, Escatalens et Montech. Moins étendue que les précédentes, cette zone montre toutefois une grande variabilité de formes, bien individualisées dans le paysage. Plus au nord, en amont de la confluence Tarn-Garonne aujourd'hui totalement remaniée et artificialisée par la création d'une base de loisirs, le secteur de Saint-Porquier présente un méandre aux multiples recoupements dans toute la plaine. La perspective d'une chronologie de migration du chenal à long terme a motivé le choix de ce secteur.

Encadré par la moyenne terrasse en rive gauche et la basse terrasse en rive droite, la première zone est délimitée au sud par la route départementale 928 reliant Montech à Bourret, au nord par une série de chemins communaux à hauteur du hameau de Saint-Julia. Orienté sud-est/nord-ouest, le chenal rectiligne, en contrebas de la moyenne terrasse, amorce de petits méandres (figure 15, coupe topographique n°1). En amont, un important méandre a été fixé dans les années 1960-70 et la ripisylve adjacente porte encore les stigmates de sa migration par des formes parfois encore en cours de colmatage. La double pente est, dans ce secteur, plus prononcée latéralement que longitudinalement : entre 9m au sud-ouest et 5m au nord-est, contre seulement 1 à 2m entre Bourret et Escatalens. Les altitudes maximales sont de 87m NGF au sud et 78m NGF au nord. Dans cet espace alluvial réduit, où la plaine ne dépasse pas 2,75km de large, le repérage des paléoformes se révèle complexe en raison des aménagements de la route départementale et d'une gravière, ainsi que des pratiques agricoles modernes. Cette dernière se situe à environ 200m à l'est du chenal garonnais actuel et s'étend 1km². L'élargissement de la rive gauche ne livre aucun reliquat de migration du chenal, à l'inverse de la rive droite, où les paléoformes sont marquées par des lambeaux de ripisylve. Dans l'espace alluvial, les formes anciennes peu nombreuses et souvent encore empruntées par les petits affluents actuels de la Garonne qui drainent les reliefs. Dans le lit majeur exceptionnel, l'enregistrement est de moins bonne qualité que sur les secteurs précédents, et la restitution des paléoformes montrent des orientations transversales et longitudinales. Le lit majeur, qui atteint jusqu'à 1,3km de large, livre une petite succession de paléochenaux en aval de la gravière. C'est dans cet espace, aujourd'hui fermé, que les observations géomorphologiques ont été réalisées.

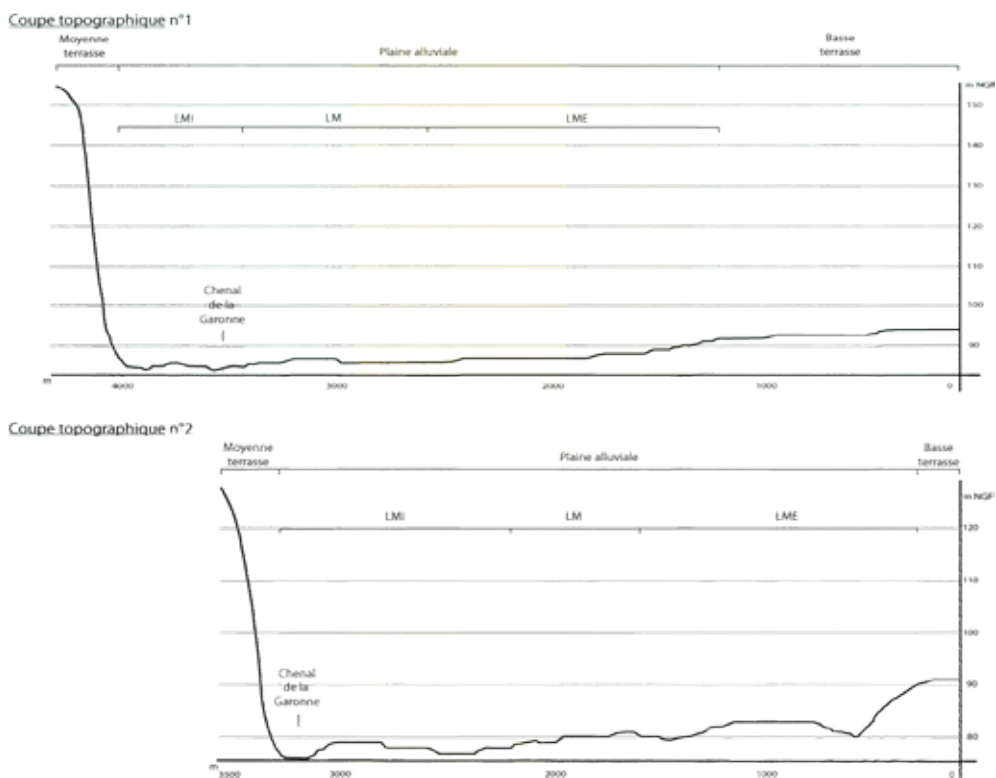


Figure 15 : Localisation du Secteur Nord et coupe topographique de la plaine alluviale à Bourret (n°1) et Saint-Porquier (n°2)

La seconde zone est située à 1,5km au nord du précédent, orientée sud-est/nord-ouest. Elle est délimitée par les terrasses alluviales latérales, la limite communale Escatalens-Saint-Porquier au sud et la route départementale 14 au nord (figure 15, coupe topographique n°2). L'urbanisation est faible, avec la présence de quelques exploitations dispersées dans le lit majeur exceptionnel. Les villes sont situées sur la moyenne terrasse pour Cordes-Tolosannes en rive gauche et la basse terrasse en rive droite pour Saint-Porquier. Cette dernière tend à s'étaler du sud au nord plutôt que dans la plaine alluviale. Les aménagements se diversifient au profit de gravières. Les traces de

l'extraction récente de granulats sont bien visibles dans ce paysage, avec l'ancienne gravière des Randous, en marge de la plaine alluviale et aujourd'hui aménagée en plan d'eau de loisirs. La Garonne est totalement chenalisée, avec tracé rectiligne en contrebas de la moyenne terrasse qui la surplombe d'une trentaine de mètres. La rive gauche est inexistante, tandis que la rive droite est encore en cours de stabilisation par le rattachement de l'île Lizoun. Dans cette zone, la ripisylve occupe l'ensemble de l'espace entre les paléoformes les plus récentes. Dans le reste de la plaine alluviale, les cours d'eau secondaires matérialisent l'emplacement d'autres paléoformes, aujourd'hui aplanies dans le paysage agricole. La topographie est en effet peu différenciée dans l'espace alluvial, avec une variabilité de l'ordre du mètre lors des changements d'unités fonctionnelles. Les données altitudinales confirment ces observations, avec une pente stable et homogène, à 80m NGF au sud pour 79m au nord et à l'ouest. La représentation des unités fonctionnelles est comparable à ce qui a déjà été observé sur le site de Bourret. Le lit mineur constitue la plus petite unité, correspondant aux dépôts les plus récents lors du rattachement de l'île Lizoun à la rive droite. Les lits majeur et majeur exceptionnel sont peu différenciés en termes d'emprise latérale, mais le rapport reste au profit du lit majeur exceptionnel. Les paléoformes sont bien identifiées dans ces deux unités et une esquisse de la chronologie relative est réalisable à partir des nombreux recoupements de méandres. Un hiatus est cependant à signaler dans ce schéma, entre les marges orientales de la plaine alluviale et le lit majeur.

L'objectif visé ici est une restitution à grande échelle de l'édification de la plaine alluviale à partir des possibilités offertes à la fois par la gravière et par l'enregistrement des paléoformes. La proximité de la première zone avec le chenal actuel tend à une chronologie plus récente des dépôts et pourrait compléter les données obtenues sur le précédent site d'extraction. Dans la seconde zone, l'obtention d'une chronologie absolue à partir de plusieurs paléochenaux pourrait permettre de définir le rythme de migration de la Garonne. La confrontation de ces données avec les résultats obtenus sur les deux autres sites permettra d'envisager, au travers des seuils communs, un schéma plus global de l'édification de la plaine alluviale au cours de l'Holocène.

Pour conclure, ce secteur présente des conditions favorables à la restitution chronologique de la migration de la Garonne et de l'édification de la plaine alluviale. L'urbanisation est très faible et là encore, l'agriculture se limite au maïs et au peuplier. Les paléoformes sont bien identifiées et leur localisation sur toute la largeur de la plaine offre la possibilité d'une chronologie exhaustive de la migration du chenal.

En conclusion, la Garonne est un fleuve aux multiples paysages en raison des nombreuses régions qu'elle traverse. La Moyenne Garonne est un secteur relativement homogène, présentant un déficit important de données sur la morphogénèse de la plaine alluviale. Les quatre secteurs privilégiés présentent des caractéristiques similaires, où la Garonne s'écoule en contrebas de la terrasse en rive gauche, sur une pente, transversale ou longitudinale, où les chenaux/paléochenaux dans le lit majeur abritent la totalité de la ripisylve. On note toutefois un chenal plus rectiligne et une diminution des bras-morts humides dans le Tarn-et-Garonne, où la chenalisation est plus marquée que dans le département voisin. Dans le lit majeur exceptionnel, la mécanisation de l'agriculture a aplani le relief, la culture du maïs étant très largement dominante. L'urbanisation est peu marquée dans tout ce secteur, limitée à des exploitations agricoles isolées et très ponctuellement matérialisée par des villages. L'homogénéité du paysage de la plaine alluviale nous permet donc d'envisager des résultats cohérents sur les quatre secteurs.

2.2. Méthodologie de la recherche

Les approches géoarchéologiques classiques prennent fréquemment comme point de départ un site archéologique avant d'élargir la fenêtre d'observation. Cette démarche est difficilement envisageable dans la vallée de la Garonne, en raison de la faiblesse des occupations connues à l'échelle de la Moyenne Garonne et de l'absence de site majeur qui permettrait une « accroche » au sein de la plaine. Nous avons donc été contraints de développer une approche alternative, qui traite dans un premier temps les données archéologiques et géomorphologiques séparément, puis croise les indicateurs. La démarche mise en œuvre se rapproche d'une étude paléogéographique plus classique de la géoarchéologie, où les sites archéologiques sont utilisés comme marqueurs stratigraphiques, et non d'une étude paléoenvironnementale. La relation entre les données archéologiques et les faits environnementaux n'est envisagée que dans un second temps, à travers l'histoire de l'édification de la plaine alluviale.

2.2.1. Les données archéologiques

L'analyse de l'évolution du peuplement et de ses éventuelles relations avec les données environnementales nécessite en amont une synthèse des données archéologiques disponibles. En effet, il n'existe pas à l'échelle de notre travail, de travaux proposant un état des connaissances sur le peuplement de la vallée de la moyenne Garonne au cours de la période comprise le Tardiglaciaire et la période Moderne. Une partie de notre travail a donc consisté, à partir de sources multiples, à reconstituer cette histoire du peuplement. Pour chaque site ou découverte dont nous avons trouvé mention, la chronologie, la localisation la plus précise possible, les conditions de gisement et le type de vestiges archéologiques ont été intégrés dans une base de données en vue de leur intégration dans un SIG. L'objectif de ce SIG est, outre une fonction d'archivage des données, de réaliser un traitement statistique permettant de dessiner un premier schéma de l'occupation. Ces données statistiques concernent 1) l'évolution chronologique du peuplement et 2) les dynamiques spatiales et territoriales.

Ces informations constituent des indicateurs qui sont utilisés pour contraindre le schéma d'évolution de la plaine. Si les sites sont stratifiés dans la plaine (*i.e.* sites recouverts par des alluvions), alors ils prennent une valeur chronostratigraphiques et permettent de caler l'édification de la plaine. Lorsqu'il s'agit de sites de surface, ils permettent de proposer un terminus *ante quem* à l'édification du corps sédimentaire sur lequel ils reposent et permettent d'identifier des zones de stabilité. Toutefois, l'utilisation des faits archéologiques sur la base de découvertes anciennes est parfois difficile et la notion de *site archéologique*, employée par facilité, doit être nuancée.

2.2.1.1. Définition du site archéologique

L'expression *site archéologique* est d'usage courant mais sa définition reste relativement floue car elle recouvre des réalités matérielles diverses. S'agit-il d'un bâtiment, d'objet(s), localisés dans un périmètre restreint ou sur plusieurs hectares, enfouis ou mixtes (en profondeur et en surface) ? Sans prétendre donner une définition universelle, la précision de certains aspects est nécessaire.

La notion de *site archéologique* est très rarement définie dans la littérature. Lehoërf (2005) propose de manière très théorique de le définir comme un « ... *lieu d'enfouissement ou d'engloutissement des vestiges matériels que les archéologues peuvent trouver et exploiter* »

(Lehoërff 2005, p.41). En suivant cette définition, tout élément matériel le plus petit (pièce de monnaie, tesson de céramique, fosse, structure agraire...) devient un *site archéologique* dès lors qu'il est enfoui. Cette définition pose trois problèmes distincts :

- Nature et taille des éléments nécessaires pour définir un site archéologique
- L'absence de référence à un contexte sédimentaire sensu largo. En effet, un objet remanié, s'il constitue un vestige archéologique, ne constitue pas un site archéologique.
- La notion de recouvrement, qui ne s'applique qu'aux sites situés dans des contextes géomorphologiques actifs. Les vestiges non enfouis ne seraient donc pas des sites ?

Le premier point impact directement le corpus archéologique. Dans notre travail, nous avons choisi de référencer de petits objets ponctuels, comme les pièces de monnaie, en tant que *site archéologique* dans notre inventaire. Nous les interprétons plutôt comme un *objet archéologique* ou *artefact*, témoignant d'un passage, une occupation ou une activité des populations passées, sans que la notion de durée entre en considération. C'est la récurrence d'*objets archéologiques* dans un périmètre restreint qui, à notre sens, constitue le *site archéologique*.

Cette distinction entre site et objet/vestige archéologique est d'autant plus nécessaire pour de petites pièces isolées. Leur potentiel de remobilisation post-dépositionnelle est particulièrement élevé en contexte alluvial. Ces vestiges sont alors déconnectés du contexte sédimentaire et leur valeur chronologique nulle sur la stratigraphie locale. A l'inverse, un site archéologique se présente *in situ*, dans un contexte stratigraphique cohérent et permet de confronter les chronologies stratigraphiques et archéologiques. Il est donc nécessaire de rester prudent quant à l'extrapolation chronologique des vestiges archéologiques isolés sur le contexte sédimentaire local.

Enfin, les notions d'enfouissement et d'engloutissement corrélées au site archéologique posent question. Les épandages de céramiques antiques, découverts majoritairement en surface, ne constitueraient-ils pas des *sites archéologiques* au motif qu'ils ne sont pas enfouis ? Les vestiges médiévaux, encore plus que les antiques, apparaissent très fréquemment en surface, voire encore en place et utilisés pour les bâtiments, en particulier religieux. Ils sont cependant considérés comme archéologiques en raison de la date de leur édification, vieille d'au moins cinq siècles. Les processus taphonomiques (= d'enfouissement) sont moins aboutis sur des vestiges archéologiques « récents » d'une dizaine de siècles en pierre cimentée que sur des constructions en bois protohistoriques vieilles de 3000 ans. Certains, comme cela peut être référencé dans la base de données Patriarche, envisagent également une archéologie de l'époque Moderne, voire Contemporaine à l'instar du concept d'*Histoire Immédiate* (Verhaegen 1974).

Ces éléments nous permettent de proposer une définition du site archéologique, appliquée aux données de la Moyenne Garonne aval. Nous parlerons donc d'objet isolé ou d'espace à forte récurrence d'objets matérialisant une occupation plus ou moins ponctuelle, au niveau d'apparition variable. Sur la base de cette définition, la collecte des données a été réalisée à partir de différents supports.

2.2.1.2. Constitution du corpus archéologique

Dans la vallée de la Garonne, et plus particulièrement entre Toulouse et la confluence du Tarn, aucune synthèse sur le peuplement n'a été réalisée à cette date. A travers le dépouillement raisonné de différentes sources bibliographiques (cf. infra), le recensement, la localisation, la chronologie et le type de site ont permis de dresser un état des lieux des connaissances. Ce processus s'est effectué en deux temps. Premièrement, la mise à disposition de la Carte Archéologique Nationale (CAN) en format numérique sous Patriarche par le Service Régional de l'Archéologie (S.R.A.) a servi de base de

départ. Sa mise à jour étant partielle et non exhaustive, elle a dans un second temps fait l'objet d'une actualisation à partir des données bibliographique.

a. La CAN et Patriarche

Depuis une trentaine d'années, l'Etat s'est engagé dans l'inventaire du patrimoine archéologique national. Cette réflexion s'est traduite par la mise en œuvre de la Carte Archéologique Nationale gérée par l'Etat, dont la version informatisée Patriarche (PATRIarche ARCHEologique, Rodier 2006) constitue la seule base de données recensant l'ensemble des données archéologiques à l'échelle du territoire (CNIL 2006). Cet outil est mis à jour régulièrement au niveau régional par le Service Régional de l'Archéologie (S.R.A.) et mis à la disposition des chercheurs. La CAN et sa version numérique Patriarche II se veut exhaustive, puisque « ... *toute opération archéologique autorisée est [...] rattachée à une « source » (ouvrages ou articles publiés, rapport de prospections, de diagnostics ou de fouilles...).* Chaque site ou gisement archéologique peut donc être ainsi rattaché à une ou plusieurs entités archéologiques (EA) qui constituent le niveau élémentaire permettant de regrouper une inter-prétation, une chronologie et une localisation. » (CNIL 2006, p. 53). Cet outil est très précis en matière de localisation, chronologie et interprétation des vestiges archéologiques, et constitué d'une base de données Oracle, un gestionnaire des requêtes par commune et/ou entité archéologique et un Système d'Information Géographique (SIG, ArcView 3). La base de données comprend cinq modules liés entre eux, pour certains à champs multiples (Triantafillidis 2011) :

- Entités géographiques : localisation, chronologie, interprétation, structures, cadre géologique et géomorphologique, renseignements administratifs, avec géoréférencement
- Opérations : gestion des opérations archéologiques, avec géoréférencement
- Protections : gestion des protections, avec géoréférencement
- Sources documentaires : enregistrement des références bibliographiques, iconographiques, graphiques
- Répertoire : agenda des personnes et des organismes en relation avec les SRA

En parallèle, des informations communales sur chaque entité archéologique sont répertoriées dans trois dossiers distincts, qui recoupent les données précédentes et contribuent à la discrimination des requêtes :

- Généralités : documentation générale de la commune, numérotation, extrait de carte topographique et liste récapitulative des entités archéologiques
- Entités archéologiques : pour chaque site, fiche d'entité, bibliographie, photocopies de références bibliographiques, parfois photos ou documents de fouille, correspondance, dossier communal
- Protection : les protections archéologiques

La gestion et la représentation spatiale de ces données sont réalisées à partir d'un SIG. Le support cartographique est la carte topographique de l'IGN au 1 : 25000^{ème} mais il peut être complété en cas de besoin par des supports plus spécialisés, comme le PPRI, la carte géologique, voire la carte géomorphologique lorsqu'elle existe. Il constitue la seule interface exploitable par le public sous Arcview 3.x. La base de données du SIG présente un ensemble de critères (champs ou propriété) : numéro de commune, lieu de découverte, nom du site, type d'occupation, TAQ et TPO, vestiges associés, date de découverte, inventeur, emprise du site, coordonnées géographiques. Cette interface permet, lors de la récupération de la CAN, une gestion manuelle des critères de représentation cartographique des données par des requêtes attributaires (propriétés) ou des requêtes spatiales (localisation).

b. Acquisition de nouvelles données

L'extraction des données de la BD Patriarche a été réalisée à partir de la liste des communes dont tout ou une partie du territoire est localisé dans la basse plaine. Au total, 36 communes entre Toulouse et la confluence du Tarn, réparties sur deux départements, sont concernées :

- En Haute-Garonne : Aucamville (31), Beauzelle, Blagnac, Castelnau-d'Estrétefonds, Fenouillet, Gagnac-sur-Garonne, Grenade-sur-Garonne, Lespinasse, Merville, Ondes, Saint-Alban, Saint-Jory, Saint-Rustice, Seilh et Toulouse
- En Tarn-et-Garonne : Aucamville (82), Bessens, Boudou, Bourret, Castelferrus, Castelmayran, Castelsarrasin, Cordes-Tolosannes, Dieupentale, Escatalens, Finhan, Grisolles, Mas-Grenier, Moissac, Monbéqui, Montech, Pompignan, Saint-Aignan, Saint-Nicolas-de-la-Grave, Saint-Porquier et Verdun-sur-Garonne

Trois entités ont été ajoutées au corpus, malgré l'absence d'emprise dans la plaine alluviale mais une proximité significative : Aucamville (31 et 82) et Saint-Alban. L'espace alluvial défini par ces communes atteint 262 km² au total, avec des valeurs comprises entre 0,36 km² à Dieupentale et 38,58 km² à Castelsarrasin (tableau n°2).

Commune	Surface plaine (km ²)	Surface totale (km ²)	% plaine/total	Commune	Surface plaine (km ²)	Surface totale (km ²)	% plaine/total
AUCAMVILLE (31)	0	3,96	0,0	BOURRET	5,5	16,48	33,4
AUCAMVILLE (82)	0	22,91	0,0	CASTELNAU-D'EST.	10,05	28,32	35,5
SAINT-ALBAN	0	4,26	0,0	MOISSAC	32,42	85,95	37,7
MERVILLE	1,06	30,68	3,5	GRENADE-SUR-G.	14,3	37,01	38,6
SAINT-AIGNAN	0,71	18,48	3,8	SAINT-PORQUIER	5,78	13,7	42,2
DIEUPENTALE	0,36	6,14	5,9	SAINT-RUSTICE	1,11	2,36	47,0
BESSENS	0,58	9,27	6,3	FINHAN	5,45	11,48	47,5
POMPIGNAN	3,64	39,31	9,3	ESCATALENS	8,96	17,99	49,8
TOULOUSE	11,45	118,3	9,7	CASTELSARRASIN	38,58	73,77	52,3
MONTECH	7,53	50,14	15,0	VERDUN-SUR-G.	18,65	33,26	56,1
BOUDOU	1,94	12,3	15,8	LESPINASSE	2,47	4,24	58,3
CASTELMAYRAN	2,98	15,96	18,7	MONBEQUI	4,09	6,78	60,3
SEILH	1,22	6,16	19,8	SAINT-NICOLAS-DE.	18,49	26,34	70,2
CORDES-TOLOSANNES	2,79	13,77	20,3	SAINT-JORY	14,76	19,1	77,3
BLAGNAC	3,59	16,88	21,3	GRISOLLES	13,8	17,6	78,4
BEAUZELLE	1,09	4,42	24,7	FENOUILLET	8,49	9,51	89,3
CASTELFERRUS	2,08	8,39	24,8	GAGNAC-SUR-G.	4,34	4,34	100,0
MAS-GRENIER	7,12	24,66	28,9	ONDES	6,57	6,57	100,0

Tableau 2 : Tri croissant du rapport plaine alluviale/surface totale par commune dans la zone d'étude

Ce premier tri des communes permettra ensuite de définir la densité de vestiges dans la plaine alluviale par commune et de proposer des hypothèses sur les disparités. Mais en amont, les premières observations ne montrent aucune dépendance entre la surface de la commune et celle de son emprise dans la plaine alluviale. Le morcellement du territoire est important, avec une moyenne de 8,2km² par commune et seulement deux entités entièrement localisés dans la plaine alluviale (Ondes et Gagnac-sur-Garonne).

Ces communes ont ensuite fait l'objet d'une requête dans la CAN, afin d'en extraire l'information archéologique brute sous SIG. Ce sont 830 sites archéologiques qui ont été extraits. Ces données se présentent dans la base de données sous la forme d'une entité par type d'occupation, et d'une chronologie non discriminée culturellement. Dans une perspective d'amélioration de la visibilité, la discrimination typologique a été transformée en discrimination chronologique, où seule une entité par période chronologique et par site a été conservée. L'objectif est en effet d'analyser la répartition spatiale des occupations par période. Après ce premier filtrage, ce sont près de deux cent références qui ont été éliminées de la base de données. Un nouveau champ synthétique a été créé, afin de préciser l'appartenance chronoculturelle simplifiée du gisement, en 25 modalités :

- Paléolithique : ancien, moyen, supérieur, indéterminé
- Néolithique : ancien, moyen, récent et final, indéterminé
- Age du Bronze : ancien, moyen, final, indéterminé
- Age du Fer : Premier, Second, indéterminé
- Antiquité : République, Haut Empire, Antiquité tardive, indéterminé
- Moyen-âge : Haut, Central, Bas, indéterminé
- Époque Moderne
- Époque Contemporaine

Ces paramètres ont permis lors de l'exploitation ultérieure des données archéologiques de visualiser la base de données de la Moyenne Garonne. Au final, ces données se sont fréquemment révélées peu précises. Les découvertes fortuites signalées au S.R.A. sont mal documentées. Les données des diagnostics et fouilles de sauvetage montrent un retard dans leur saisie, les plus anciennes datant de 2004 lors de la récupération en 2008. Un important travail d'actualisation a donc été nécessaire afin d'obtenir un inventaire des sites archéologiques aussi exhaustif que possible sur la zone d'étude.

c. Actualisation des données

L'actualisation de la base de données archéologique de la zone d'étude a été réalisée en plusieurs étapes et a pris fin au début de l'année 2011. Les documents publiés ou rendus public depuis cette date ne sont donc pas pris en compte, mais il était nécessaire d'arrêter l'alimentation de la base de données à un moment de ce travail.

La première voie de mise à jour a consisté en l'inventaire de tous les rapports disponibles au S.R.A., intégrés ou non. La même procédure que lors de l'extraction des données archéologiques a été suivie, avec une requête par communale. Chaque opération archéologique est suivie d'un rapport de synthèse des découvertes, un Document Final de Synthèse (DFS) ou un rapport de prospection, dont un exemplaire est conservé dans les archives du S.R.A. Un numéro d'inventaire lui est attribué et il est enregistré dans une base de données. Cette dernière peut faire l'objet d'une recherche par numéro d'inventaire et/ou de commune administrative. L'interrogation par commune de la zone d'étude a livré 332 documents. Suivant les communes, leur nombre varie entre 0 (Bessens, Monbéqui et Saint-Porquier) et 185 à Toulouse (tableau n°3). Ces documents ont ensuite été dépouillés, et plusieurs informations ont été extraites : localisation du site (coordonnées géographiques ou carte IGN), type de vestiges découverts, chronologie(s), données géomorphologiques. Elles viennent alimenter notre base de données et compléter certains sites.

La seconde voie d'actualisation a consisté en le dépouillement de tous les Bilans Scientifiques Régionaux (BSR) annuels de Midi-Pyrénées entre 1991 et 2005. Il s'agit de synthèses des résultats scientifiques significatifs durant l'année au sein de la région. En Midi-Pyrénées, aucun bilan n'a été publié entre 2005 et 2011 en raison de retards très importants au sein de la collectivité en charge du

document. Dans les bilans antérieurs, ces données ont surtout simplifié et synthétisé la nature et la chronologie des grands sites archéologiques, notamment l'Ourmède à Castenau-d'Estrétefonds où une occupation longue a été identifiée entre le Néolithique et la période médiévale.

Une étape de la mise à jour de la base de données a consisté à consulter les Cartes Archéologiques de la Gaule (CAG) des départements de la Haute-Garonne (Massendari 2006) et du Tarn-et-Garonne (Mavéraud-Tardiveau 2007), qui sont toutes deux relativement récentes. Ce type d'ouvrage recense l'ensemble des sites antiques d'un département, classés par commune. Plus ponctuellement, les sites protohistoriques, médiévaux, voire néolithique, lorsqu'ils sont découverts sur un site antique, sont mentionnés. Les gisements anciens y sont également référencés, ce qui constitue une base de données exhaustive mais souvent géographiquement peu précise en l'absence de carte de localisation des gisements. Cependant, ces synthèses, très récentes sur la zone d'étude, ont permis d'actualiser rapidement la base de données, en particulier sur des sites peu exploités et anciens non référencés ou peu détaillés dans la Carte Archéologique Nationale.

Communes	Nb de rapports de fouilles	Communes	Nb de rapports de fouilles
TOULOUSE	185	VERDUN-SUR-GARONNE	4
BLAGNAC	43	DIEUPENTALE	1
AUCAMVILLE (31)	4	BESSENS	0
BEAUZELLE	4	MONBEQUI	0
FENOUILLET	2	MAS-GRENIER	4
SAINT-ALBAN	2	FINHAN	1
SEILH	6	MONTECH	5
GAGNAC-SUR-GARONNE	4	BOURRET	2
LESPINASSE	2	ESCATALENS	4
MERVILLE	2	CORDES-TOLOSANNES	8
SAINT-JORY	3	SAINT-PORQUIER	0
GRENADE-SUR-GARONNE	8	CASTELSARRASIN	7
CASTELNAU D'ESTRETEFONDS	3	CASTELFERRUS	6
ONDES	2	SAINT-AIGNAN	3
SAINT-RUSTICE	1	CASTELMAYRAN	4
AUCAMVILLE (82)	0	SAINT-NICOLAS-DE-LA-GRAVE	1
POMPIGNAN	1	MOISSAC	8
GRISOLLES	1	BOUDOU	1

Tableau 3 : Nombre de rapports d'opérations archéologiques par commune sur la zone d'étude

Enfin, la quatrième et dernière source d'actualisation des données est représentée par le dépouillement de revues spécialisées externes (revue nationale, régionale, locale). Leur exploitation peut être réalisée sous deux formes : le dépouillement manuel et le dépouillement informatique. Le premier a été réalisé sur une revue non informatisée, le Bulletin de la Société Archéologique du Tarn-et-Garonne, consultable aux Archives Départementales du Tarn-et-Garonne à Montauban et publiée annuellement depuis 1869. Un premier tri était effectué à partir des tables de la revue sur la base du titre de l'article, mentionnant fréquemment le lieu d'origine du sujet de l'article. Les articles au titre plus généraliste ont également été relevés. Chaque article répertorié a ensuite fait l'objet d'une lecture rapide afin d'en vérifier le contenu et au besoin d'en relever des informations susceptibles d'alimenter la base de données. Ce travail n'a cependant pas eu les résultats escomptés, avec une

approche médiévisite du territoire très marquée de la Société Archéologique et un bon référencement des données médiévales sur la zone d'étude. Le dépouillement informatique a été réalisé à partir de plusieurs moteurs de recherches et fait l'objet de requêtes à partir de mots-clés similaires (tableau n°4). L'objectif était d'obtenir un résultat cohérent et exhaustif sur l'ensemble des moteurs de recherche.

Moteur de recherche	Mots-clés
Google Scholar	Garonne, archéologie, vallée, plaine alluviale, Paléolithique, Néolithique, Age du Bronze, Age du Fer, Antiquité, Moyen-âge, géoarchéologie, communes (Toulouse, Blagnac, Beauzelle...)
Science Direct	
Persée	
Jstor	
SpringerLink	
OpenEdition	
Cairn	
Gallica	

Tableau 4 : Moteurs de recherche et mots-clés utilisés pour l'actualisation des données archéologiques

Ils ont été interrogé à partir d'un ou plusieurs des mots-clés définis en amont, le plus fréquemment associé au mot « Garonne ». Les articles ont ensuite été consultés et référencés dans la base de données lorsque nécessaire. Les résultats se sont révélés décevants, en raison d'une maigre valorisation des découvertes de la zone d'étude. Seuls des sites à un fort intérêt culturel et/ou chronologique comme l'Ourmède et Fontréal à Castelnau-d'Estrétefonds, ou les différents gisements découverts sous la Z.A.C. Aéroconstellation (Cassagna, Grand Noble, Rapside...) ont fait l'objet d'une valorisation scientifique. Les synthèses de l'occupation, à partir d'une discrimination géographique ou chronologique, sont très rares. Au terme de l'acquisition des données archéologiques et de leur actualisation, 761 entités archéologiques ont été répertoriées dans la zone d'étude (figure 16).

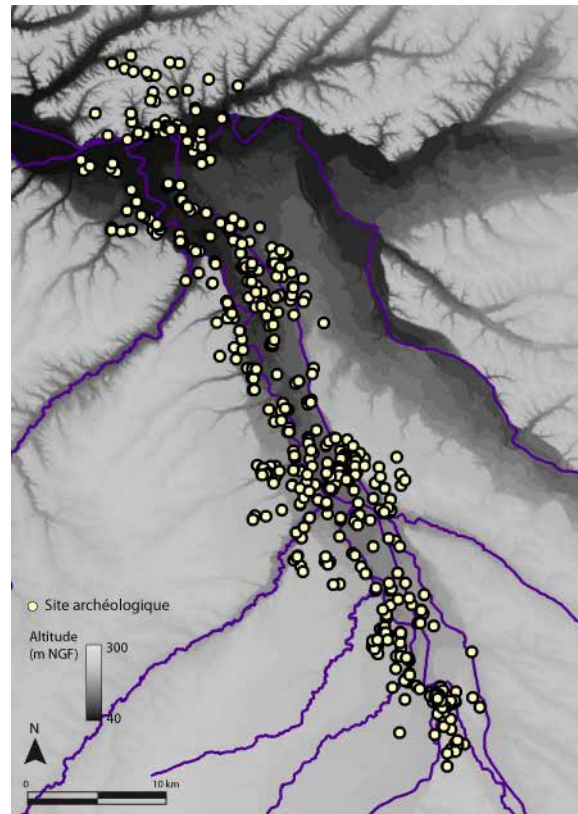


Figure 16 : Localisation du corpus archéologique de la zone d'étude

Un faible investissement de ce secteur se profile en l'état de la documentation au terme de la recherche bibliographique. La valorisation des découvertes hors des circuits internes aux organismes d'état en charge du patrimoine culturel reste un processus récent et encore en cours de développement dans cette zone. L'actualisation des données de la Carte Archéologique Nationale a été essentiellement appuyée par le dépouillement des rapports d'opérations archéologiques et des Cartes Archéologiques de la Gaule. L'actualisation des données archéologiques a également montré des biais dans la restitution du paysage archéologique de la zone d'étude, en partie marqué par une inégale représentation des communes.

2.2.1.3. Représentativité du corpus et biais

La restitution du schéma d'occupation est fortement dépendante de deux processus : l'évolution taphonomique du site et les contraintes liées aux fouilles archéologiques, aujourd'hui essentiellement limitées aux nouveaux projets d'aménagements.

A la lumière des données archéologiques collectées à partir de différentes sources, un biais apparaît clairement, lié aux contraintes modernes de la recherche archéologique. Jusqu'à dans les années 1980 et le développement de l'archéologie préventive, les sites référencés résultaient essentiellement de découvertes (fortuites ou non) par les érudits locaux ou par les particuliers lors de travaux d'aménagement. Avec la structuration de l'archéologie préventive, le corpus archéologique du territoire croît en même temps que l'urbanisation. La relation très forte entre archéologie préventive et urbanisation, inhérente à la vocation même de la première, déséquilibre le schéma de l'occupation du territoire en sur-représentant les zones urbaines *sensu largo* au détriment de l'espace rural, *de facto* moins aménagé. Ce constat est bien représenté dans la vallée de la Garonne, où les zones urbanisées sont plus riches en sites archéologiques. *A contrario*, la plaine alluviale reste dominée par des découvertes ponctuelles de mobilier (céramique, monnaies...). Le développement

de l'archéologie préventive a fortement contribué à combler les lacunes des modalités d'occupation de la vallée de la Garonne. Des secteurs comme Blagnac, Beauzelle et Castelnau-d'Estrétefonds ont fait l'objet de grands ouvrages (gravières) ou projets d'aménagement depuis une dizaine d'années et les modalités de l'occupation diachronique sur ces territoires sont aujourd'hui mieux connues. Cependant, ces nouvelles connaissances restent localisées à proximité de l'agglomération toulousaine et préférentiellement sur les terrasses alluviales, hors de la zone inondable. Ce phénomène est bien perceptible en termes de nombre d'opérations archéologiques de sauvetage dans la plaine alluviale (33), ce qui représente seulement 19,3% des sites de la basse plaine et seulement 4,4% du total des sites de la zone d'étude. L'espace alluvial, du fait des contraintes, n'est que peu mise en valeur, ce qui en limite l'occupation (cf. chapitre 1) et donc les aménagements. Si l'hypothèse d'une occupation humaine dense toute au long du linéaire paraît peu probable, les découvertes de Fontréal et l'Ourmède à Castelnau-d'Estrétefonds démontrent l'existence de sites bien structurés et pérennisés sur plusieurs siècles. Si ce secteur peut être interprété comme un lieu d'occupation privilégié ponctuel, il permet d'envisager une plus forte densité réelle d'occupation de la plaine alluviale, toutes périodes confondues jusqu'au Moyen-âge. Il faut donc envisager dans la Moyenne Garonne amont un biais de connaissance, dont l'ampleur reste à déterminer, en l'état actuel des données sur l'occupation de la plaine alluviale.

Parallèlement, les processus géomorphologiques d'alluvionnement et de remobilisation de la plaine influent largement sur l'image que nous avons de l'occupation dans les plaines alluviales (cf. chapitre 1). La modification constante des paysages lors des crues entraîne de profondes transformations morphologiques, comme la destruction d'archives sédimentaires ou un fort recouvrement, perturbant les processus taphonomiques post-abandon (Berger *et al.* 1997, Brown 1997). Il en résulte une multitude de modalités de l'enregistrement, allant de la conservation totale des vestiges dans les zones à l'abri des perturbations au démantèlement total du site et sa remobilisation dans des séquences sédimentaires postérieures (Berger *et al.* 1997). Il faut donc distinguer des unités géomorphologiques stables, où l'enregistrement se fait sur un mode pédologique et montre une tendance cumulative, de l'enregistrement sédimentaire en zone active, plutôt ségrégatif et générateur de sites stratifiés.

La répartition spatiale de ces processus dans les basses plaines est fonction de l'action de la variabilité climatique et de son impact direct (rythmes d'alluvionnement) et indirect (niveau de base et cycles incision-alluvionnement) sur le cours d'eau. A cela, il faut ajouter le rôle possible des processus autocycliques, susceptibles eux aussi de contrôler les rythmes aggradation/incision. A l'opposé, sur les zones hors emprise des inondations, les labours modernes constituent la perturbation majeure de l'évolution pédologique et géomorphologique des terrasses pléistocènes au cours de l'Holocène. Les processus sédimentaires (colluvionnement) peuvent toutefois y être actifs (Bruxelles *et al.* 2010). Dans la plaine alluviale, les différentes séquences de migration du chenal et leur conséquences sur l'alluvionnement, biaisent la conservation des sites et le schéma d'occupation (Brown 1997). Dans la vallée de la Garonne, la migration du chenal vers l'ouest au cours de l'Holocène suggère un démantèlement total des sites localisés en rive gauche, cette dernière étant aujourd'hui réduite au minimum. En rive droite, alluvionnement, recoupement de méandres et autres processus morphogéniques ont altéré la visibilité des sites archéologiques en profondeur comme en surface. Les séquences sédimentaires identifiées lors des études précédentes montrent un remplissage holocène d'environ 10m mais dont la chronologie reste peu précise. La définition de la chronologie des processus morphogéniques à l'origine des variations taphonomiques des sites archéologiques est donc un enjeu majeur dans la restitution du schéma global de l'occupation.

2.2.1.4. Exploitation de la base de données archéologique

En l'état, les données archéologiques permettent d'attester le caractère plus ou moins ancien des occupations de la plaine alluviale et ses marges pléistocènes. L'application de statistiques simples permet toutefois d'affiner cette interprétation.

La quantification des interactions entre les sociétés et leur milieu reste une tâche complexe. Nous avons choisi d'utiliser des statistiques simples, basées sur le calcul des pourcentages, afin d'essayer de définir les périodes d'occupation préférentielle de la plaine alluviale, et dans le cas contraire, quelles unités morphologiques étaient privilégiées. Le découpage géographique communal nous permet d'obtenir une vision partielle de l'anthropisation des territoires adjacents à la plaine alluviale (terrasses et coteaux). Afin de faciliter cette analyse, nous avons procédé à un double découpage en unités géomorphologiques d'une part et en données archéologiques suivant leur chronologie d'autre part. Pour les unités géomorphologiques, six ont été retenues : lit mineur, lit majeur, lit majeur exceptionnel, formations éoliennes, basse terrasse et moyenne terrasse/molasse. En ce qui concerne le découpage chronologique, la périodisation classique a été reprise : Paléolithique, Néolithique, âge du Bronze, âge du Fer, Antiquité, Moyen-âge, Epoque Moderne, Epoque Contemporaine et Indéterminé. Il n'est hélas pas possible de descendre à des résolutions chronologiques inférieures compte-tenu de la faiblesse du nombre de sites. Pour chaque commune, le décompte des sites archéologiques a été effectué à la fois selon le critère géomorphologique et chronologique. Ces données ont ensuite été croisées, afin d'identifier des phases d'occupation plus intenses et plus restreintes de la plaine alluviale. Pour l'ensemble des périodes chronologiques, l'occupation de chaque unité morphologique a été calculé sur la base de pourcentages, appliqués ensuite à l'échelle de la commune. Ce traitement simple des sites archéologiques a permis d'exploiter l'ensemble des données, sans discrimination liée à la fréquente absence d'informations complémentaires. L'utilisation de valeurs relatives (pourcentages) masque partiellement les tendances absolues, mais permet la comparaison entre les périodes.

2.2.2. Le Système d'Information Géographique

La structuration et l'utilisation d'un Système d'Information s'est révélée nécessaire dans le cas de notre étude afin d'homogénéiser les données et de déterminer les secteurs propices à l'acquisition de données géomorphologiques complémentaires.

2.2.2.1. Applications en archéologie et en géomorphologie

L'utilisation du Système d'Information Géographique (SIG) à des fins archéologiques est relativement récente, issue des réformes idéologiques de la « New Archaeology » et de la redéfinition de la notion d'« espace ». Les problématiques archéologiques et géomorphologiques liées au SIG sont très différentes mais convergent vers une appréhension de l'organisation spatiale du peuplement et du milieu.

A partir des années 1960 et de la révolution de la « New Archaeology », la compréhension de l'organisation de l'espace et l'influence du milieu devient une préoccupation importante pour les archéologues. L'espace est pour eux un vecteur de l'action humaine plutôt qu'un simple réceptacle neutre (Wheatley et Gillings 2002, Verhagen 2007). L'environnement est en effet le premier facteur de distribution des populations dans un milieu homogène, influençant plus ou moins fortement les comportements anthropiques (Wheatley et Gillings 2002). Ces derniers laissent des traces dans le paysage qui peuvent être objectivement mesurées et quantifiées. L'attrait des archéologues pour les

statistiques étant peu développé, l'utilisation du SIG est apparue comme une alternative simple aux méthodes de calcul complexes pour la mesure de ces impacts sur le milieu (Verhagen 2007), en s'appropriant et développant les différentes techniques statistiques pour définir les modèles de distribution des vestiges (Wheatley et Gillings 2002). En amont, le SIG offre un environnement flexible et dynamique où un grand nombre de données spatiales et attributaires peuvent être intégrées sans restriction thématique, soumis ensuite à ces traitements statistiques. Cependant, le débat reste ouvert quant à une utilisation trop poussée du SIG en archéologie, où modèles prédictifs et déterminisme environnemental exacerbent l'impact des facteurs environnementaux dans l'activité culturelle. Les modèles prédictifs sont particulièrement critiqués en raison des nombreux biais possibles en cours de l'analyse, notamment si les données archéologiques ou environnementales sont incomplètes (Verhagen 2007). Concrètement, l'utilisation du SIG en archéologie se divise en trois catégories : la visualisation, le traitement des données et l'analyse spatiale (Wheatley et Gillings 2002, McCoy et Ladefoged 2009), les deux premières permettant l'élaboration de la troisième.

Contrairement à l'archéologie, la géomorphologie a acquis la pratique du SIG dès les années 1980 (Gustavsson *et al.* 2008). L'élaboration d'une carte géomorphologique nécessite une grande quantité de données, que le SIG permet de représenter complètement et scientifiquement lors de l'analyse paysagère à partir d'études thématiques et/ou appliquées. La démocratisation du SIG a cependant favorisé les cartes thématiques au détriment d'analyses plus globales, tout en élargissant les possibilités d'applications pratiques, comme l'inventaire des formes du relief ou la gestion des zones à risque. L'application du SIG à l'analyse géomorphologique nécessite un traitement objectif lors de l'intégration des données brutes afin d'optimiser les possibilités d'analyses (Gustavsson *et al.* 2006). De même, la méthodologie de transfert des données géomorphologiques cartographiques vers le SIG conditionne la restitution ultérieure de l'évolution des paysages, en modulant l'importance des formes héritées dans la dynamique géomorphologique actuelle (Cammeraat 2002, Gustavsson *et al.* 2008). Cependant, quatre types de données sont nécessaires à l'élaboration d'une cartographie géomorphologique sous SIG : des données vectorisées pour la représentation des formes, des données rastérisées pour les images, des réseaux irréguliers triangulés pour les surfaces et enfin des indicateurs pour définir des repères géographiques (Vožnilek 2000, Gustavsson *et al.* 2006), reprenant des thématiques géomorphologiques, hydrographiques ou encore géologiques (Gustavsson *et al.* 2008). Ces éléments sont ensuite intégrés à une base de données géoréférencée, où les données sont stockées sous des formats différents.

2.2.2.2. Structuration des données

L'hétérogénéité des sources documentaires initiales engendre une grande diversité des données à intégrer dans le Système d'Information Géographique. Les données cartographiques, archéologiques et géomorphologiques ont donc dû faire l'objet d'une homogénéisation en vue de leur utilisation.

L'ensemble des traitements et des analyses sous SIG a été réalisés sous ArcGIS v.10, à partir d'une géodatabase pour le stockage et la gestion des données ArcGIS, prenant en compte tables attributaires, entités géographiques ou encore photographies aériennes. Plusieurs types de données ont donc été intégrés dans notre SIG (tableau n°5), l'ensemble étant géoréférencé en Lambert II étendu. Le choix du Lambert II étendu et non du Lambert 93 est lié aux usages en cours chez les archéologues et les gestionnaires de l'archéologie. L'objectif de cette diversité des données est de représenter à la fois le contexte environnemental et anthropique de la zone d'étude de manière exhaustive. La carte topographique constitue le support de base à la spatialisation ultérieure des données archéologiques et géomorphologiques. Elle est associée aux cartes géologiques et

géomorphologiques (Lambert 1989), qui permettent de définir les limites des différentes unités chronosédimentaires de la vallée, ainsi qu'aux photos aériennes de 2005 (Tarn-et-Garonne) et 2006 (Haute-Garonne) pour visualiser la morphologie du paysage. Enfin, le MNT complète cette restitution du paysage par la modélisation du relief et a nécessité un ajustement des classes en vue d'une meilleure restitution du microrelief de la basse plaine. L'évolution du chenal garonnais est figurée par le réseau hydrographique actuel et la carte topographique de 1941. A partir de ces éléments, une nouvelle couche a été créée afin de représenter les bras-morts dans la basse plaine, définir l'ampleur de la migration du chenal dans la basse plaine et repérer les zones de sondages privilégiées. Des couches ponctuelles viennent compléter le SIG. La BD Archéologique et la BDSS du BRGM ont été directement importées à partir de Patriarche pour la première et du site du BRGM pour la seconde. Seule la BD Archéologique a fait l'objet de modifications post-intégration (cf. §2.2.1.2.). Enfin, les différents travaux de terrain ont été figurés dans la BD sondage, ce qui permet de visualiser ces derniers dans le paysage de la zone d'étude.

Type des données	Digitalisation	Géoréférencement	Objectif
Carte topographique IGN 1:250e	Non	Auto	Spatialisation de l'ensemble des données
BD Communes Carthage Adour-Garonne	Non	Auto	Limites géographique de l'espace de travail
Carte géologique BRGM 1:500e	Oui	Manuel	Définition des unités morphologiques glaciaires et post-glaciaires
Carte géomorphologique Lambert 1:25000e	Oui	Manuel	Représentation des unités fonctionnelles de la basse plaine
Photos aériennes IGN 1:25000e (2005, 2006)	Non	Auto	Visualisation du paysage et identification des paléofformes
BD Alti IGN résolution 50m	Non	Auto	Modélisation du relief
Réseau hydrographique Carthage Adour-Garonne	Non	Auto	Figuration des tracés actuels des cours d'eau
Carte topographique d'état-major (1941)	Non	Manuel	Visualisation de la Garonne "naturelle" (avant chenalisation, enrochement et endiguement)
BD Bras-morts	Oui	Manuel	Représentation des paléofformes fluviales dans le paysage alluvial
BD Archéologie	Mixte (nvx sites)	Mixte (nvx sites)	Représentation de l'occupation connue depuis le Paléolithique
BDSS (Banque de données du Sous-Sol) BRGM	Non	Auto	Localisation des sondages avec documents exploitables pour
BD Sondages	Oui	Manuel	Localisation des sites d'observation

Tableau 5 : Liste des supports intégrés dans le SIG

Les données intégrées dans le SIG ont fait l'objet de traitements à différentes échelles. Les données topographiques ont seulement été projetées, alors les cartes géomorphologiques et géologiques ont été entièrement digitalisées pour être exploitables. Les données archéologiques ont bénéficié d'un traitement de la table attributaire post-intégration afin de les optimiser. L'association de ces informations a permis dans un second temps de procéder à l'analyse de leur interrelation.

2.2.2.3. Méthode d'exploitation

L'exploitation des données archéologiques à partir du SIG s'est révélée complexe, en raison des nombreuses lacunes. Elles ont restreint les possibilités d'analyse. Les traitements se sont donc limités à une analyse à discrimination à partir des unités géomorphologiques.

Le SIG permet de travailler les différentes données dans un environnement géoréférencé. Les données archéologiques ponctuelles dont nous disposons ne permettent pas d'exploiter cet élément en l'absence d'informations altitudinales et d'un grand nombre de sites à la localisation inconnue. Une discrimination géomorphologique et spatiale a donc été envisagée à partir de ces données archéologiques.

La première se base sur la relation entre unité morphologique et site archéologique. Cette grille d'analyse repose sur une série de calculs de pourcentage, établit à partir de plusieurs critères, et qui permettent dans un second temps de réaliser une synthèse pour chaque unité morphologique. Les données brutes sont directement extraites du SIG et exploitées à travers différents prismes d'observation :

- Communal : la superficie de chaque unité morphologique a été définie sur chaque commune, puis le nombre de site sur ces unités décompté. Ce travail a été réalisé à l'échelle de la zone d'étude, mais également seulement de la plaine alluviale avec les différentes unités fonctionnelles
- Chronologique : une discrimination chronologique a été appliquée sur les données archéologiques sur l'ensemble de la zone d'étude comme à l'échelle communale
- Typologique : un tri selon cinq critères (occupation, funéraire, cultuel, mobilier et indéterminé) a été réalisé sur l'ensemble du corpus archéologique de chaque unité

A partir de ces données, une synthèse a été réalisée en croisant les différentes données, et en particulier le volet chronologique et géomorphologique. Pour chaque période, le pourcentage de site/unité a été calculé, ainsi que la représentation de ce résultat dans le paysage chronologique et géomorphologique. A l'instar de certaines données en amont, ces traitements ont été réalisés à l'échelle de la zone d'étude comme de la seule basse plaine, afin de replacer cette dernière dans un contexte plus large et de pondérer les résultats.

Le second volet de l'exploitation des données se base sur l'analyse de la distance. Il est réalisé à l'aide de l'outil « buffer » du SIG. Il s'agit d'une analyse simple qui permet d'extraire les données à l'intérieur ou à l'extérieur d'un périmètre défini, et délimité à partir d'une entité référence (Wheatley et Gillings 2002). L'objectif est ici de définir les seuils transversaux de l'occupation de la basse plaine par rapport au chenal principal, afin d'esquisser une chronologie de sa migration vers l'Ouest, i.e. du paysage contemporain. La Garonne constitue donc l'entité de référence et seuls les sites de la basse plaine sont comptabilisés. Le périmètre d'analyse est fixé à une récurrence de 50m dans les 1000 premiers mètres, puis de 100m. Afin de couvrir l'ensemble de la plaine alluviale, le périmètre maximum a été fixé à 4000m de part et d'autre du chenal. Au-delà, nous considérons que l'espace alluvial n'est plus attribuable au système garonnais mais de ses affluents. Pour chaque nouveau périmètre, le décompte de l'ensemble des sites inclus dans cet espace a été réalisé par la soustraction des sites des tranches inférieures, ainsi qu'une discrimination chronologique pour en définir la répartition. Ces informations ont ensuite été exportées vers Excel pour la réalisation d'un tableau et d'une courbe générale d'interprétation.

Les analyses réalisées grâce au SIG se sont révélées plutôt faibles en raison des lacunes propres aux données archéologiques ainsi que de la prise en compte des différents biais dans l'interprétation

des résultats. Seules les analyses par la distance (« buffer ») et des densités d'occurrence ont pu être effectuées. Le SIG a donc plutôt été utilisé comme SIG-archive et SIG-outil.

2.2.3. Les données de terrain

Le second volet de ce travail repose sur l'acquisition de données géomorphologiques permettant de définir les modalités de construction et d'évolution de la plaine alluviale depuis le début de l'Holocène. Au travers de l'interprétation géomorphologique et géoarchéologique de sondages, de relevés de coupes stratigraphiques et de prospections géophysiques, puis d'un travail complémentaire en laboratoire, il s'agit d'appréhender la chronostratigraphie du colmatage post-glaciaire.

2.2.3.1. Le terrain

Pour l'acquisition de données de terrain, nous avons choisi de procéder à des sondages géomorphologiques de certains paléochenaux afin d'obtenir un transect du remplissage post-abandon des formes fluviales. Afin d'identifier et de matérialiser le rythme de migration du chenal garonnais, des relevés de coupes stratigraphiques à différentes échelles ont été associés aux données précédentes, ainsi que des prospections géophysiques permettant de restituer la morphologie du colmatage de la plaine alluviale.

2.2.3.1.1. Les carottages

Les sondages géomorphologiques ont été réalisés dans deux des quatre secteurs privilégiés sur des paléoformes aujourd'hui entièrement colmatées. Les contraintes techniques ont perturbé l'acquisition des données au cours des deux premières campagnes de terrain, nécessitant un changement de matériel lors de la dernière campagne.

La compréhension des processus morphogéniques à l'origine de la plaine alluviale passe par l'observation des formes fossiles qui en résulte (Waters 1992, Brown 1997) et notamment des paléochenaux. L'identification de la déconnexion au chenal principal et des phases de reconnexion ponctuelle des formes permet de dresser les grandes lignes de la dynamique hydroédimentaire à l'origine de l'édification de la plaine alluviale. L'évolution post-abandon des paléoformes fluviales favorise également la conservation de matériaux organiques datables, indispensables à l'élaboration d'une chronostratigraphie cohérente. Le choix des sites favorables à ce type d'intervention a été induit par la capacité d'enregistrement des paléoformes à travers la plaine, faisant de Verdun-sur-Garonne et de Saint-Porquier les sites les plus adaptés. À l'inverse, compte tenu de l'exploitation actuelle de la plaine garonnaise, ce type de protocole est apparu le plus pertinent dans ces secteurs en raison du faible potentiel de dégradation du milieu dominé par l'agriculture.

La première campagne, en 2009, a été menée sur le secteur de Saint-Porquier à l'aide de la plateforme de carottage APAGEO 23D appartenant à l'UMR 5140 de Lattes (figure 17). L'extraction et la conservation des prélèvements est relativement facile avec ce type de matériel. Quatre paléochenaux ont été sondés (RAN 1, GAB 1 et 2, PDC 3) ainsi que la plaine alluviale (PDC 1 et 2) en marge d'une paléoforme récente (figure 17). L'objectif était de prélever en tube l'intégralité du comblement post-abandon des paléochenaux, afin d'observer et de décrire la stratigraphie puis de pratiquer des analyses complémentaires. Cependant, la compression inhérente au prélèvement en tube, associé à une forte densité de matériaux très grossiers n'a pas permis l'acquisition de séquences sédimentaires en bon état par ce procédé. Le protocole a donc dû être adapté, en

privilégiant le prélèvement à la tarière de 10cm de diamètre par séquence de 1m de profondeur. Cette dernière offre l'avantage d'une observation immédiate du remplissage, décrit et mesuré sur place mais sans préservation possible de l'intégralité du prélèvement intact. Au sommet, les niveaux de sols modernes ont fait l'objet d'un seul prélèvement en sachet (environ 10cm) par séquence sédimentaire, tandis que dans les niveaux inférieurs, plusieurs prélèvements (entre 5 et 10cm de profondeur) ont pu être effectués en cas d'observation ou de suspicion d'inclusion de matière organique. Dans le cas du sondage RAN 1, les deux derniers mètres de la stratigraphie, ne présentant aucun signe de remaniement, ont été entièrement échantillonné tous les 10cm.



Figure 17 : à gauche, plateforme de carottage APAGEO 23D. A droite, localisation des sondages dans le secteur de Saint-Porquier

Pour la seconde campagne, menée en 2010, un protocole similaire a été appliqué sur le secteur de Verdun-sur-Garonne (figure 18), où trois paléochenaux ont été sondés (G-ZC-1-2, V-ZM-41, V-ZL-31). Le sondage RAN a également été reprogrammé, afin d'obtenir une séquence complète intacte pour analyses en laboratoire. Nous avons utilisé le même matériel que lors de la campagne précédente, occasionnant des perturbations similaires lors des carottages en tube. La tarière a donc été une nouvelle fois l'outil privilégié, avec l'échantillonnage ponctuel du prélèvement. Une partie de la stratigraphie du sondage V-ZM-41 a pu être prélevée au carottier russe, en raison d'un important niveau argileux peu compact favorable à ce type de prélèvement. Sur le sondage RAN 2, la profondeur atteinte a pu être augmentée et l'intégralité du remplissage supérieur à 2m échantillonnée en sachet. L'intégralité des prélèvements en sachet a été conservée à température ambiante à l'abri de la chaleur et de la lumière.



Figure 18 : Localisation des sondages dans le secteur de Verdun-sur-Garonne

Devant l'important colmatage repéré dans le paléochenal RAN et la difficulté à obtenir une séquence sédimentaire continue, une nouvelle campagne a été réalisée en 2011 à l'aide d'un carottier à percussion COBRA. L'intégralité du remplissage post-abandon (5m) a pu être prélevé en tubes PVC de 5cm de diamètre (RAN3), limitant les perturbations et les tassements liés aux mouvements du carottier. Les carottes d'un mètre ont ensuite été fermées et congelées afin de préserver les matériaux oxydables et périssables (pollens, matière organique) jusqu'à leur analyse postérieure en laboratoire.

Pour conclure, les contraintes liées à la nature du comblement des paléochenaux ont nécessité trois campagnes de carottage. La tarière s'est révélée le matériel le plus performant lors de sondages de 10cm de diamètre mais nous contraignant à un échantillonnage important de la stratigraphie. A contrario, le carottier à percussion offre un prélèvement moins important mais uniforme et homogène, indispensable pour les analyses en laboratoire postérieures.

2.2.3.1.2. Les coupes en gravières

Alors que les sondages offrent une vision verticale à long terme de la stratigraphie, l'étude de coupes stratigraphiques permet l'observation du comportement latéral du chenal et des formes issues de l'édification de la plaine alluviale dans les périodes les plus récentes. A travers un prisme géomorphologique et géoarchéologique, plusieurs coupes stratigraphiques ont pu être analysées dans deux gravières de la plaine garonnaise.

Grâce à la prospection des gravières en activité dans la plaine alluviale, plusieurs coupes stratigraphiques ont pu être analysées sur le site de Castelnau-d'Estrétefonds en aval de la confluence Hers-Garonne et sur le site de Bourret à environ 500m à l'est du chenal actuel de la Garonne (figure 19), en reprenant un protocole similaire sur l'ensemble des coupes. La stratigraphie postérieure à la nappe de fond graveleuse a été étudiée : description des différents faciès sédimentaires, puis géoarchéologique, avec l'individualisation des unités stratigraphiques (Cubizolles et Georges 2002). Les faciès sédimentaires ont été décrits en suivant la méthodologie proposée par Miall (2006) adaptée. Les indices granulométriques, de maturité et de tri, les comparateurs de Petitjohn *et al.* (1987) et Longiaru (1987) ont été appliqués. Les macro-restes anthracologiques et la malacofaune ont été échantillonnés directement sur le terrain pour datation. Les données archéologiques obtenues lors de l'ouverture des gravières et à l'échelle du secteur privilégié ont également été prises en comptes dans l'interprétation chronologique de la stratigraphie. Plus ponctuellement, des mesures de susceptibilité magnétique ont été effectuées à même les coupes à l'aide d'un SM 30 sur les différentes unités stratigraphiques individualisées.

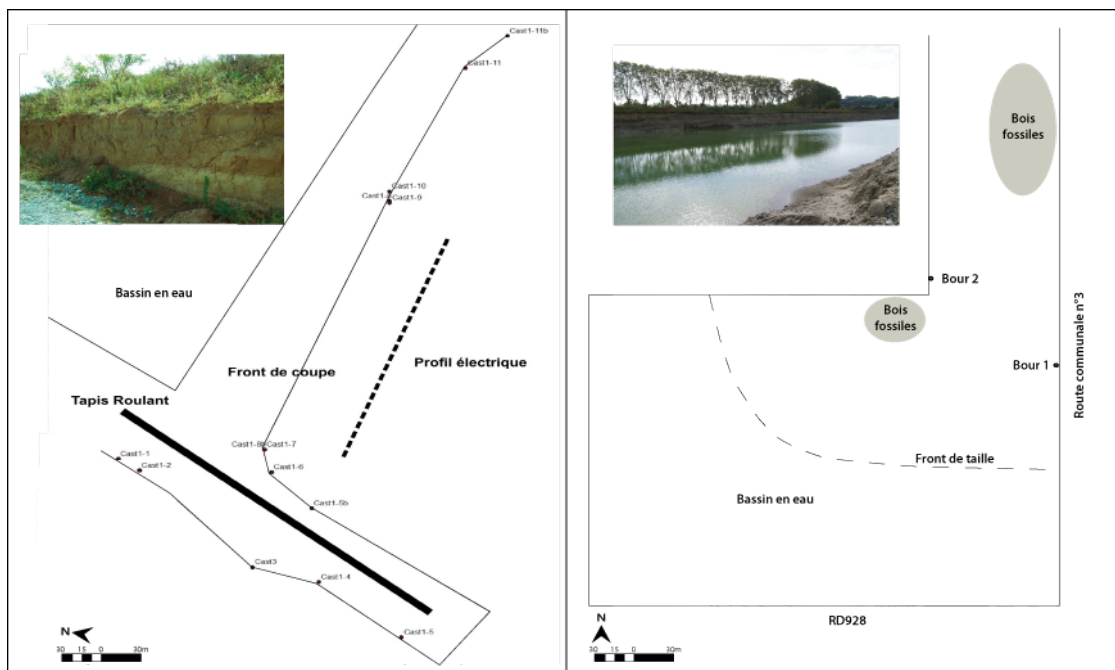


Figure 19 : Localisation schématique des coupes stratigraphiques relevées dans les gravières de Castelnau-d'Estrétefonds (gauche) et de Bourret (droite)

Dans la gravière de Castelnau-d'Estrétefonds, la configuration de l'espace de travail a permis de confronter les différentes coupes obtenues et d'élargir la fenêtre d'observation sur deux sections. Sur le front de taille, le relevé de Castel1 est issu de deux coupes perpendiculaires orientées NNE-SSO et NO-SE. Au sud-est de ce secteur en activité, la prospection d'une fosse d'extraction abandonnée a permis de dresser un transect continu d'environ 50m (Castel 2) du remplissage postérieur à la nappe graveleuse.

La prospection des gravières en activité a donc permis d'obtenir une fenêtre spatiale d'observation plus importante que les sondages. A partir d'une méthodologie d'analyse pluridisciplinaire mais complémentaire et la réalisation d'importants transects, le remplissage holocène postérieur à la mise en place de la nappe graveleuse a pu être restitué et ultérieurement daté.

2.2.3.1.3. Les prospections géophysiques

Afin de compléter les données géomorphologiques déjà acquises, des profils de résistivité électrique ont été réalisés. Destinés à matérialiser les géométries des faciès sédimentaires du sous-sol, ils sont venus compléter les coupes stratigraphiques dans les gravières de Castelnau-d'Estrétefonds et de Bourret.

Importé de la prospection archéologique dans les années 1990, la mesure de la résistivité électrique permet de détecter les limites du remplissage de la plaine alluviale (Kampke 1999, Brown *et al.* 2009). A partir de l'envoi en surface d'un courant électrique dans le sol, la représentation de la distribution de la résistivité électrique du sous-sol permet d'identifier l'architecture des faciès sédimentaires et une matérialisation efficace des variations sédimentaires dans une stratigraphie à dominante argileuse (Bates et Bates 2000, Samouëlian *et al.* 2005, Brown *et al.* 2009, Leopold *et al.* 2010). Restitué en 2D, la profondeur atteinte est inhérente à l'écartement des électrodes en surface (écartement plus important : plus grande profondeur atteinte), avec en retour une diminution de la fiabilité de la restitution de la géométrie des faciès sédimentaires lors d'écartements importants. Les

mesures brutes de résistivité électrique sont ensuite soumises à une inversion mathématique, consistant à une conversion de la résistivité volumétrique apparente dans des données inversées représentant la résistivité à la profondeur effective de la requête (Samouëlian *et al.* 2005). Lors de ces calculs, l'application d'une contrainte forte diminue l'impact des bruits et donne une meilleure restitution des contacts entre unités morphologiques (Brown *et al.* 2009). En effet, les matériaux sédimentaires ont une capacité différente à conduire le courant électrique, la grossièreté des matériaux étant proportionnelle à leur résistivité (Kampke 1999, Bates et Bates 2000, Brown *et al.* 2009, Leopold *et al.* 2010, De Smedt *et al.* 2011).

Sur les deux transects réalisés sur notre terrain d'étude, un protocole similaire a été appliqué, utilisant un Terrameter SAS 1100 (ABEM instruments AB, Sundbyberg, Suède) connecté à un résistimètre (photographie 2).



Photographie 2 : L'installation pour la mesure de la résistivité électrique (à gauche le Terramètre, à droite le raccordement d'une électrode)

Ce dernier est ensuite relié à 63 électrodes que nous avons choisi d'espacer d'1,5m à Castelnau-d'Estrétefonds et de 2m à Bourret afin d'obtenir une restitution verticale suffisante pour atteindre la molasse, dont l'altitude varie autour de 10m, sans sacrifier à une bonne résolution de l'architecture alluviale. Le processus de mesure de la résistivité électrique est ensuite automatique, chaque électrode mesurant l'intensité du courant entre elle et les 62 autres. Le traitement des mesures brutes a ensuite été exécuté en laboratoire par M. Llubes (GET Toulouse), puis interprétée grâce à une grille de valeurs (Bates et Bates 2000). A Bourret, le transect a été réalisé dans le prolongement est du front de taille sud, de l'autre côté de la Route Communale n°3 (figure 19), sur 148m en bordure de la RD928. Un très faible dénivelé a été identifié dans ce secteur sur la carte IGN, suspecté de résulter de deux paléochenaux successifs. A Castelnau-d'Estrétefonds, le profil de résistivité électrique a été réalisé perpendiculairement à la coupe Castel1, selon une orientation SSO-NNE parallèle au front de taille, sur 116m, afin de détecter une éventuelle migration du chenal de l'Hers ou de la Garonne dans ce secteur.

La prospection géophysique est donc une méthode non destructive permettant de définir les modalités d'ajustement des unités morphologiques en sous-sol. La méthodologie relativement simple nous a permis de réaliser deux profils à proximité de coupes stratigraphiques, aux séquences bien différenciées en raison d'un potentiel de conductivité bien identifié pour chaque matériel sédimentaire.

2.2.3.2. Les analyses en laboratoire

Lors de la collecte sur le terrain, le potentiel informatif des données ne peut être exploité *in situ* et ne sera perçu que par une série d'analyses post-découverte en laboratoire. Afin de fixer un cadre temporel à la morphogénèse de la plaine alluviale garonnaise, nous avons choisi d'utiliser une approche pluridisciplinaire associant la sédimentologie, la susceptibilité magnétique, la perte au feu, la palynologie et les datations radiocarbone, permettant l'élaboration d'une chronostratigraphie fiable.

2.2.3.2.1. La sédimentologie

Les prélèvements en tube de certaines sections lors des sondages ont été décrits et interprétés en laboratoire après ouverture. La méthodologie utilisée a été identique à celle appliquée sur le terrain lors de l'observation des coupes stratigraphiques et des prélèvements à la tarière.

Lors de la première et seconde campagne, les sections supérieures ont été fréquemment été prélevées en tube, ainsi que l'intégralité du sondage RAN3. A l'ouverture des carottes, le prélèvement a été analysé selon la méthodologie adaptée de Miall (2006), les enregistrements stratigraphiques alluviaux (ASRs) étant « *...des archives de l'activité hydrologique et des processus sédimentaires passés. Ils nous permettent de comprendre des comportements de systèmes fluviaux impossibles à reproduire avec des approches expérimentales, historiques et théoriques de la géomorphologie* » (Daniels 2008, p. 159). Les différents faciès sédimentaires ont été identifiés, mesurés, dessinés et décrits avant d'envisager les conditions du dépôt, puisque « *l'organisation des particules au moment du dépôt se traduit souvent par la formation de structures sédimentaires, d'autant plus variées que les forces en sont diverses et changeantes* » (Chamley 2004, p. 67). A l'instar de l'observation des coupes stratigraphiques et des prélèvements à la tarière, l'interprétation géoarchéologique du remplissage a consisté à une individualisation des différentes unités stratigraphiques. L'application d'une méthodologie similaire à la fois sur le terrain et en laboratoire permet une interprétation cohérente de tous les prélèvements et l'édification d'une chronologie morphogénétique générale.

2.2.3.2.2. L'extraction des macro-restes

Après avoir analysé la composition et l'organisation de la stratigraphie, l'objectif était de poser des repères chronologiques. L'extraction de matériaux datables au sein des prélèvements en tube ou en sachet a été réalisée à partir de tamisage humide sur l'intégralité des échantillons.

L'extraction des macro-restes organiques datables a été réalisée suivant un protocole de tamisage humide adapté de la carpologie, favorisant le tri des matières exploitables (bois, charbon, coquille, graine). Les échantillons sédimentaires ont été tamisés à l'eau tiède sur une colonne de cinq tamis : les mailles à 500µm, 1 et 2mm pour le bois, les coquilles et les graines, puis les mailles à 250 et 125µm pour la conservation des éléments les plus fins, non exploités ici. Aucun adjuvant n'a été utilisé pour favoriser la dessiccation des argiles. A 1 et 2mm, les refus de tamis ont été directement triés après tamisage, conditionnés dans de l'eau déminéralisée et placés en milieu réfrigéré. Les refus du tamis à 500µm ont été entièrement conditionnés en tube stérile dans de l'eau déminéralisé et ont fait l'objet dans un second temps d'un tri des matériaux datables (bois, charbon...) à la loupe binoculaire. Enfin, les matériaux issus des mailles à 250 et 125µm ont été étuvés à 75°C puis stockés en sachet. Ce protocole a été appliqué sur l'ensemble des carottes en tube (hormis RAN3) ainsi que sur les prélèvements en sachet issus des tarières. Sur les premières, un quart du prélèvement sédimentaire initial a été soumis au tamisage, fragmenté en tronçons de 5cm de long. Pour les

prélèvements en sachet, leur hétérogénéité volumétrique a entraîné une importante variabilité du volume sédimentaire tamisé, compris entre 16 et 46% (50 à 200g) de l'échantillon initial. Les deux types de prélèvement ont fait l'objet d'un protocole de tamisage et d'échantillonnage postérieur similaire.

2.2.3.2.3. La susceptibilité magnétique

Les prélèvements en tube et les coupes stratigraphiques ont permis de réaliser des mesures de susceptibilité magnétique, afin de restituer les variations de minéraux magnétique au cours du remplissage holocène. D'origine diverse, ces variations sont de bons marqueurs du ralentissement morphogénique et de l'anthropisation.

La susceptibilité magnétique permet de déterminer la teneur en minéraux magnétiques contenue dans les sédiments (Lagerås et Sandgren 1994, Kadlec *et al.* 2009), dont l'origine des variations dépend de plusieurs facteurs : processus pédologiques, climat, lithologie, feu (Ellwood *et al.* 2004, Magiera *et al.* 2006). Sous l'influence de l'anthropisation, et son impact sur le milieu pédologique, la concentration en minéraux magnétiques dans le sol tend à augmenter (Maher 1986, Vannière *et al.* 2000), sans que leur quantification ne puisse à l'heure actuelle être clairement déterminée (Magiera *et al.* 2006). Il s'agit donc ici de mesurer « ... le rapport de l'aimantation volumique acquise par l'échantillon au champ magnétique qui l'induit... en considérant que l'effet de la texture est négligeable » (Vannière *et al.* 2000, p.205).

Les mesures de susceptibilité magnétique ont été réalisées sur une coupe stratigraphique et en laboratoire sur la carotte RAN3. Sur le terrain, la susceptibilité magnétique a été mesurée directement sur la coupe à l'aide d'un Bartington MS2, afin de proposer un rythme d'évolution à une séquence sédimentaire relativement homogène. Les mesures n'ont donc pas fait l'objet d'une récurrence centimétrique régulière mais dépendante des variations sédimentaires, avec 13 mesures entre 3,10m et 0,25m de profondeur. Les interfaces sédimentaires ont fait l'objet d'une attention particulière, tandis que les séquences les plus importantes ont été mesurées à deux reprises à des profondeurs différentes. Sur la carotte RAN3, les mesures ont été effectuées à l'aide d'un capteur MS2E, à 50% de réponse à 1mm de profondeur, associé à un Bartington MS3 directement relié au logiciel *Bartsoft* pour une visibilité immédiate des résultats et la création d'un fichier spécifique à chaque séquence. Afin de proposer une restitution complète de l'évolution magnétique de la stratigraphie, la récurrence des mesures a été centimétrique, les paramètres définis à 0,1s/mesure et étalonnage en début de chaque série d'un mètre. Ce protocole a été reproduit pour chaque séquence métrique, tandis que la carotte est placée sur un support en bois pour prévenir des interférences extérieures. Le traitement postérieur des données brutes a été réalisé sous Excel, où une moyenne des deux mesures a été calculée pour chaque profondeur avec construction d'une courbe exploitable. Cette dernière nous a ensuite permis de proposer une interprétation de l'évolution pédologique de la stratigraphie.

2.2.3.2.4. La perte au feu

La perte au feu a été réalisée uniquement sur le prélèvement RAN3 en raison de son mode de prélèvement. Nous avons choisi d'appliquer le protocole mis en place par Heiri *et alii* (2001).

La perte au feu, mise au point dans les années 1960, permet de mesurer la quantité de matière organique et de carbonates contenus dans les sédiments (Howard et Howard 1990, Heiri *et al.* 2001), à partir de la mesure de la combustion de ces deux éléments. Le protocole appliqué ici est largement décrit par Heiri *et alii* (2001) et se divise en trois phases, représentant environ 2 jours de travail pour

20 échantillons. Premièrement, des prélèvements d'1cm³ (environ 1,8g) ont été effectués directement sur la carotte sédimentaire RAN3 tous les 5cm puis déposés dans des creusets en céramique préalablement nettoyés et pesés. Les creusets pleins sont à nouveau pesés et placés dans une étuve à 105°C pendant toute une nuit (environ 14h) afin d'éliminer toute trace d'humidité de l'échantillon pouvant fausser les résultats postérieurs. La pesée post-étuve permet donc de quantifier le volume d'eau évaporé. Les échantillons sont ensuite transférés dans un four à moufle froid, et chauffés à 550°C pendant 5h après obtention de la température. Il s'agit de transformer la matière organique en cendres et en dioxyde de carbone (Heiri *et al.* 2001), avec un minimum de perte de CO² par le carbonate de calcium (Howard et Howard 1990). Une nouvelle pesée de l'échantillon à froid définit le poids de matière organique contenu dans le sédiment. Enfin, les échantillons sont à nouveau chauffés à 950°C pendant 2 heures pour la définition du taux de carbonates, avant d'être pesés une dernière fois après refroidissement. Seuls les sédiments de la carotte RAN3 ont été soumis à la perte au feu, favorisés par des conditions optimales de prélèvement et de conservation. Les données brutes ont ensuite été exploitées avec Excel, avec comme pour la susceptibilité magnétique la construction d'une courbe exploitable pour l'interprétation du comblement de la paléoforme.

2.2.3.2.5. La palynologie

Favorisée par de bonnes conditions de prélèvement et de conservation, une étude palynologique a été réalisée sur la carotte RAN3. L'analyse palynologique en milieu alluvial reste complexe (Garcin *et al.* 1999, Traverse 2007) mais permet une restitution de l'évolution de la végétation favorable à un calage chronologique relatif.

La palynologie analyse les pollens et les spores, mais également tous les microfossiles organiques composés de sporopollénine, de chitine ou de « pseudo-chitine » (Traverse 2007). Initiée dans la première moitié du XIX^e siècle, ce n'est qu'au début du XX^e siècle qu'elle intervient dans la restitution des paléoenvironnements. L'assemblage de pollens et de spores d'un échantillon est directement lié à la mosaïque végétale locale, ce qui en fait un indicateur précis du climat et de l'influence anthropique sur l'environnement (Reille et Lowe 1993, Demoule *et al.* 2005, Mazier 2006, Traverse 2007, Li *et al.* 2008). Ce dernier point est un aspect de plus en plus dominant dans la recherche paléoenvironnementale. L'anthropisation est un facteur de modification du paysage fondamental, mais encore peu quantifié et dont la chronologie reste incertaine. La palynologie permet d'identifier des marqueurs spécifiques appelés « indices polliniques d'anthropisation », qui « ... *révèlent à la fois les déforestations, mais également des activités humaines par la présence pollinique d'espèces végétales directement inféodées à certaines pratiques telle que l'agriculture ou le pastoralisme. Pour l'essentiel, il s'agit des grains de pollen des plantes cultivées (céréales, etc.), mais également ceux des espèces liées à la présence d'activités agro-pastorales* » (Mazier 2006, p.7). L'ouverture du milieu est donc un indice fort d'anthropisation, mis en évidence par la diminution des taxons arboréens mais également par « ... *des fluctuations négatives (Quercus, Fagus, Alnus) ou positives (Betula, Corylus) de certains taxons en opposition avec la dynamique régionale de la végétation* » (Leroyer et Allenet 2006, p. 64). Dans la plaine alluviale de la Garonne, l'objectif était donc d'obtenir une chronologie de l'impact anthropique mais également un premier aperçu de l'évolution de la végétation au cours de l'Holocène. Les paléochenaux sont un environnement plutôt favorable à l'enregistrement pollinique : milieu à très faible énergie, comblement argileux foncé et accroissement de la biodiversité. En revanche, leur conservation est altérée par une forte vulnérabilité du milieu aux aléas extérieurs et des remaniements sédimentaires récurrents. Le prélèvement homogène et la conservation en milieu réfrigérée de la carotte RAN3 a permis la réalisation d'une analyse palynologique par M. Danu et D. Galop, selon une méthodologie élaborée par J. Didier (2008) que nous ne développerons pas ici. La

carotte a été échantillonnée tous les 5cm au moyen de prélèvements d'1cm³, soumis ensuite à une série de traitements chimiques destinés à extraire les pollens du sédiment. Après identification et comptage des pollens sur lames, ils nous ont restitué un diagramme pollinique, que nous avons ensuite interprété au moyen d'une bibliographie ciblée.

2.2.3.2.6. Les datations ¹⁴C

Associées à des analyses permettant d'établir une chronologie relative, les datations ¹⁴C ont été nécessaires à l'élaboration d'un calendrier plus précis des processus morphogéniques. Ces données ont ensuite été comparées aux chronologies précédentes dans le secteur, afin d'affiner le schéma général.

Les datations radiocarbone obtenues au cours de cette étude ont été réalisées sur charbons, pour les sondages et les coupes stratigraphiques, et sur fragments de bois. Ces derniers résultent d'un gisement de bois fossiles découvert dans la gravière de Bourret lors de l'extraction de granulats. Au total, 18 échantillons ont été envoyés au Poznan Radiocarbon Laboratory (Poznan, Pologne) pour être datés par méthode AMS (Evin et Oberlin 1998) et 3 échantillons au Beta Analytic Laboratory (Miami, USA). Les données chronologiques brutes ont ensuite été calibrées (Heegaard *et al.* 2005, Bal *et al.* 2010) à l'aide du logiciel Oxcal version 4.1.7 (2010) avec une interception à 2 sigma (95% de probabilité). Ces données ont permis d'alimenter une base de données chronologique largement déficiente dans la basse plaine alluviale de la Garonne, dont les principaux éléments résultent de datations sur coquilles déjà anciennes (Bruxelles *et al.* 2010).

III. L'occupation de la plaine de la Garonne : apport de l'archéologie

Comme cela a été précisé dans le chapitre précédent, il n'existe à ce jour aucune synthèse exhaustive et diachronique sur le peuplement de la vallée de la Moyenne Garonne. Ce chapitre vise donc à proposer un premier schéma de l'occupation humaine entre la fin du Mésolithique et la fin de la période Médiévale. L'objectif ici est d'identifier les zones d'occupation préférentielles et de motif de peuplement à l'échelle de la vallée, puis de la plaine alluviale. Ce travail à une double échelle revêt des objectifs légèrement différents. Si le travail à l'échelle de la vallée vise principalement à définir un cadre régional de peuplement et secondairement à identifier des motifs ou structures préférentielles à l'installation, l'analyse à l'échelle de la plaine alluviale s'inscrit plus directement dans une logique de compréhension de la relation entre peuplement riverain et fleuve. La comparaison entre ces deux dynamiques est susceptible de permettre d'identifier des évolutions asynchrones entre les deux mouvements, pouvant être interprétés en termes d'adaptation aux changements du fonctionnement hydrologique de la plaine notamment. Ainsi, les phases de peuplement ne sont pas analysées uniquement d'un point de vue interne, mais également dans leur relation à l'environnement. Pour cela, il a été nécessaire de réaliser tout d'abord un inventaire qui sera présenté en première partie. Puis une analyse spatiale de la répartition des sites sera mise en œuvre. L'illustration de certains de nos propos a été réalisée à partir de graphiques de synthèse, dont les données brutes sont disponibles en annexe (cf. annexe 1 et 2). L'analyse quantitative de la répartition des sites repose sur la comparaison entre la fréquence observée et une fréquence théorique ou moyenne (hypothèse H_0 d'homogénéité des répartitions). Cette comparaison peut être menée soit par des méthodes de comparaison de fréquence (si $N > 30$ et n_1 et $n_2 > 5$, avec respectivement N =population observée et n population présentant les caractères 1 ou 2) ou par χ^2 si l'échantillon est petit ($N < 30$) ou si n_1 ou $n_2 < 5$ (Moreau 2010) avec 1 degré de liberté. Ici, dans la mesure du possible, l'approche par le test de χ^2 a été privilégiée. La plaine alluviale reste un secteur mal documenté, ce qui a fortement contraint les analyses.

3.1. Présentation générale

A partir de sources multiples, 755 sites archéologiques ont été référencés entre Toulouse et la confluence du Tarn à l'échelle de la vallée. Les premières observations montrent un corpus à forte variabilité, tant en termes de répartition communale, chronologique, typologique ou morphologique. L'intégration des données archéologiques dans un SIG a permis d'envisager plusieurs prismes de lecture. Le traitement statistique a volontairement été limité en raison du déséquilibre entre la plaine alluviale et la vallée. La première présente un nombre de site trop faible et un schéma trop biaisé pour pousser plus avant les investigations en l'état actuel des données.

Sur l'ensemble de la zone d'étude, 755 sites archéologiques ont été référencés du Paléolithique à l'époque Contemporaine (figure 20). La densité se révèle assez faible, avec seulement 0,94 site/km². L'ensemble des unités morphologiques identifiées dans l'espace de travail est occupé, malgré de fortes disparités dans leur représentativité qui seront évoquées plus avant.

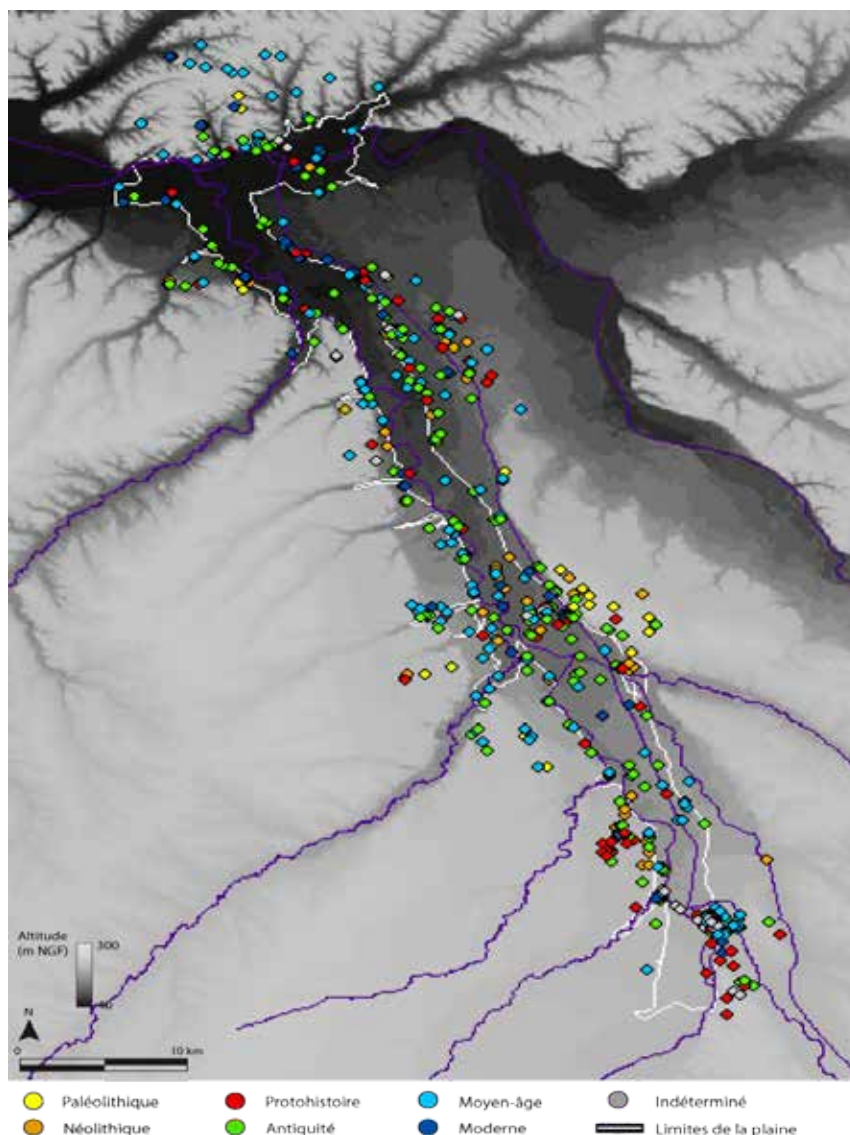


Figure 20 : Localisation des sites archéologiques référencés dans la zone d'étude, du Paléolithique à l'Epoque Moderne

A plus haute résolution, la représentativité archéologique de chaque commune est variable (tableau n°6). A l'extrémité sud de la zone d'étude, Toulouse affiche une restitution particulièrement forte, avec 155 références mais une densité faible de 1,31 site/km². Le calcul de la densité nuance donc les chiffres bruts de l'occupation et ce sont les communes d'Aucamville, Ondes, Saint-Porquier et Saint-Rustice qui présentent le plus fort taux d'occupation. Cette dernière commune est également la plus petite en termes de superficie. La corrélation entre superficie et nombre de sites archéologiques est donc en l'état non significative sur la zone d'étude.

Communes	Superficie Km ²	Nb de sites	Densité	Communes	Superficie Km ²	Nb de sites	Densité
AUCAMVILLE (31)	3,96	7	1,77	GRISOLLES	17,6	21	1,2
AUCAMVILLE (82)	22,91	25	1,1	LESPINASSE	4,24	4	0,94
BEAUZELLE	4,42	11	2,5	MAS-GRENIER	24,66	20	0,81
BESSENS	9,27	7	0,75	MERVILLE	30,68	25	0,81
BLAGNAC	16,88	37	2,2	MOISSAC	85,95	64	0,74
BOUDOU	12,3	6	0,5	MONBEQUI	6,78	1	0,15
BOURRET	16,48	9	0,55	MONTECH	50,14	46	0,92
CASTELFERRUS	8,39	10	1,2	ONDES	6,57	12	1,83
CASTELMAYRAN	15,96	15	0,94	POMPIGNAN	39,31	20	0,51
CASTELNAU D'ESTRETEFONDS	28,32	29	1,02	SAINT-AIGNAN	18,48	11	0,59
CASTELSARRASIN	73,77	45	0,6	SAINT-ALBAN	4,26	1	0,23
CORDES- TOLOSANNES	13,77	13	0,94	SAINT-JORY	19,1	9	0,47
DIEUPENTALE	6,14	5	0,81	SAINT-NICOLAS-DE-LA- GRAVE	26,34	12	0,45
ESCATALENS	17,99	22	1,22	SAINT-PORQUIER	13,7	19	1,39
FENOUILLET	9,51	6	0,63	SAINT-RUSTICE	2,36	11	4,66
FINHAN	11,48	6	0,52	SEILH	6,16	8	1,3
GAGNAC-SUR- GARONNE	4,34	3	0,7	TOULOUSE	118,3	155	1,31
GRENADE-SUR- GARONNE	37,01	34	0,92	VERDUN-SUR- GARONNE	33,26	26	0,78

Tableau 6 : Répartition du nombre de sites archéologiques par communes

La chronologie des sites s'étend entre le Paléolithique inférieur et l'époque Contemporaine (tableau n°7). Dans l'ensemble de la discussion, les sites de la Préhistoire ancienne ne seront, sauf exception qui sera signalée, pris en compte. L'Antiquité et le Moyen-âge sont sans surprise les plus largement représentés, avec plus de 64% du total des sites (485 sur 755 sites). Il est difficile, compte-tenu de ce faible nombre de sites, de descendre à une résolution chronologique plus fine. Le Néolithique (moyen et final) est la période la mieux représentée pour les périodes antérieures à l'Antiquité. Il n'existe aucun site Mésolithique sur la zone d'étude, les seules occupations mésolithiques du système valléen garonnais se localisant sur les hauts coteaux et les moyennes terrasses en amont (Barbaza 1989). Il en va de même pour le Néolithique ancien, pour lequel aucun site n'est référencé dans l'ensemble de la moyenne vallée de la Garonne. En l'état actuel des connaissances, l'occupation holocène de la section moyenne de la vallée de la Garonne débute donc au Néolithique moyen – chasséen vers 4500 av. J.-C. avec les grands villages à enceinte de Villeneuve-Tolosanne et Cugnau notamment (Paillier 2002).

Chronologie	Nb de sites	% chrono./ total
Paléolithique	32	4,2
Néolithique	61	8,1
Age du Bronze	36	4,8
Age du Fer	58	7,7
Antiquité	232	30,7
Moyen-âge	253	33,5
Epoque Mod. & Cont.	52	6,9
Indéterminé	31	4,1
Total	755	

Tableau 7 : Répartition chronologique des sites archéologiques

Ces références présentent une grande diversité dans la nature des vestiges, qui ne peut être détaillé ici (voir annexe 1). On y recense le cortège classique : habitats (trous de poteaux, *villae*...), occupations (thermes, mottes castrales, fosses...), structures de défense (fossés, remparts...), dépôts et ensembles funéraires (inhumations, nécropoles, cimetière...), objets et découvertes isolées (armes, monnaies, céramiques, éléments architecturaux...), lieux de cultes (églises, monastères...)... En réponse à cette diversité typologique, les données ont été classées selon cinq critères (occupation, funéraire, monument cultuel, mobilier et indéterminé). Ils montrent la prépondérance des gisements interprétés comme relevant d'une occupation (figure 21), avec plus de 51% du total des références, et un faible taux de gisements indéterminés, avec seulement 6,3% de sites de nature indéterminée. La différence entre le nombre de sites référencés par commune et dans la typologie résulte de la multiplicité des vestiges sur certains sites.

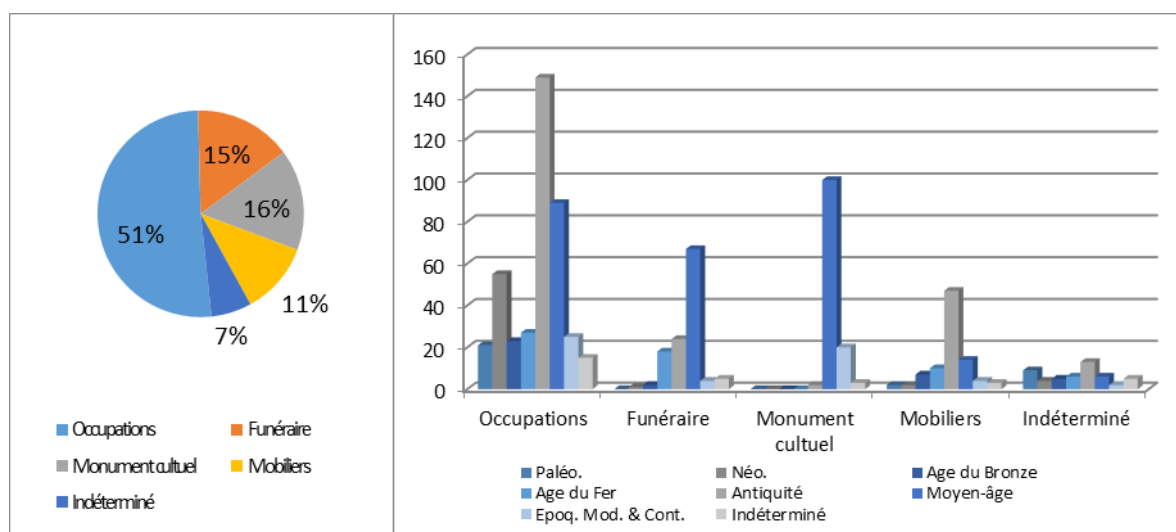


Figure 21 : Répartition typologique des sites archéologiques : sans (gauche) et avec (droite) discrimination chronologique

Les occupations de type habitat sont donc dominantes, suivies des monuments culturels. Ils apparaissent tardivement et connaissent une très forte expansion au Moyen-âge. Les vestiges à vocation funéraire et les dépôts mobiliers constituent également une part importante du corpus. Dans cet inventaire, les vestiges « marqueurs » selon les périodes ont été identifiés. Ainsi, les fosses, parfois à galets, constituent des témoignages typiques de la Préhistoire récente (i.e. Mésolithique, Néolithique) et de l'âge du Bronze, avant de réduire considérablement jusqu'à la fin de l'Antiquité. Les *villae* sont strictement limitées à la période antique, tandis que les monuments culturels de type

églises, monastères ou encore couvents apparaissent au Haut Moyen-âge. A l'âge du Fer, les ensembles funéraires sont dominants, sans qu'un marqueur typologique puisse être, à première vue, dégagé.

Le corpus archéologique montre une grande variabilité, à la fois spatiale et typologique, et une densité faible à moins d'1 site/km². La basse terrasse révèle le plus grand nombre de références, tandis que l'Antiquité et le Moyen-âge sont les périodes les mieux représentées. Typologiquement, les sites d'habitat sont les plus abondants sans qu'il soit toujours possible d'en préciser le statut.

3.2. Du corpus aux territoires : apports de l'analyse spatiale

Une première manière d'aborder la question du peuplement, mais aussi la représentativité du corpus de sites identifiés est la densité moyenne de site à l'échelle de la vallée. Avec une emprise de 820 km², la densité moyenne de site n'est que de 0,94 site/km². A titre indicatif, cette valeur doit être comparée avec les valeurs issues de l'archéologie préventive extensive proposée dans d'autres environnements. Berger (2011) indique pour le bassin de la Valdaine des densités de site de l'ordre de 2,2 sites par ha, soit plus de vingt fois supérieure.

3.2.1. Lecture géographique

La représentation cartographique de l'occupation de la Moyenne Garonne amont permet de proposer une première série d'hypothèses dans les modalités d'occupation, mais également sur les différents biais qui accompagnent cet inventaire archéologique.

3.2.1.1. A l'échelle de la vallée

A l'échelle de la vallée, la répartition spatiale des sites est un premier indicateur qui peut être analysé en lui-même ou en relation avec les paramètres environnementaux. Plusieurs critères (rive, commune, unité morphologique...) ont été définis pour maximiser les résultats.

3.2.1.1.1. Répartition spatiale des sites archéologiques

La répartition spatiale des 755 sites archéologiques identifiés présente de fortes disparités à l'échelle de la vallée de la Moyenne Garonne. Une première approche de la répartition du peuplement peut être faite en utilisant la méthode des quadrats. Elle repose sur trois étapes :

- le décompte par éléments de maille (tesselation) du nombre de site. Ici, la maille utilisée correspond à une maille kilométrique. L'extension de la grille regroupe 966 éléments, qui recourent en totalité ou en partie la zone d'emprise (figure 22).
- la comparaison de la fréquence de densité avec un modèle aléatoire (densité de la loi de Poisson)
- la réalisation d'un test de chi² afin de tester la similitude des deux distributions. Ici (figure 22), la distribution observée sous-représente les valeurs de $k < 4$ et sur-représente les valeurs de $k > 5$. Le test de chi² permet de rejeter l'hypothèse d'une distribution aléatoire à plus de 99,99%.

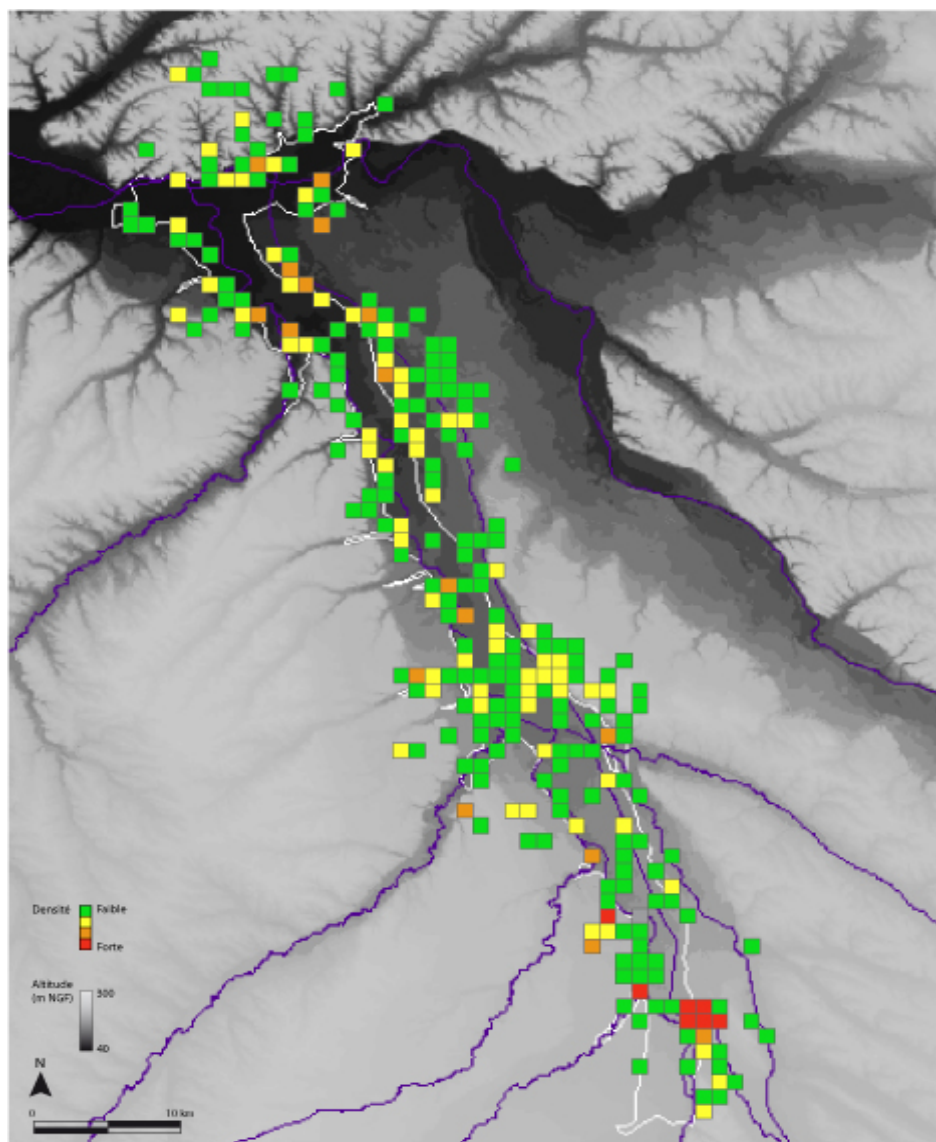


Figure 22 : Représentation de la densité d'après la méthode des quadrats à l'échelle de la vallée

Une autre approche de la disparité du peuplement peut être mise en relation avec la localisation entre rive droite et rive gauche de la Garonne. A l'échelle du tronçon, la représentation des rives diffère selon le prisme d'observation. D'un point de vue strictement numérique, la rive droite est mieux représentée avec 464 sites répertoriés. En revanche, le rapport superficie/nombre de site est à l'avantage de la rive gauche, avec une densité de 0,99 site/km² contre 0,88 site/km² en rive droite. Il faut toutefois relativiser le poids de cet indicateur car l'évolution de la position de la Garonne au cours du temps n'est pas ici prise en compte et, en l'état actuel, il n'est pas possible de reconstituer sa position pour chacune des périodes. Ici aussi, la comparaison de la distribution rive droite/rive gauche avec la distribution moyenne par un test de chi², conduit à rejeter l'hypothèse d'une différence significative de la répartition entre les deux rives. A la base du protocole de calcul, une répartition homogène des sites sur les deux rives constitue l'hypothèse H₀. La valeur obtenue pour le Chi² est de 0,277, soit 3,8414 à 95% de confiance (cf. annexe 2). L'hypothèse H₀ est donc validée, la différence entre les deux rives n'est pas significative à l'échelle de la zone d'étude dans la Moyenne Garonne.

La représentation graphique du décompte du nombre de site toutes périodes confondues par commune montre quatre zones de plus forte concentration sur le linéaire fluvial : Toulouse-Beauzelle (zone 1), la confluence Hers-Garonne (zone 2), Montech-Castelsarrasin (zone 3) et Moissac (zone 4) (figure 23). Ces secteurs concentrent près de 65% du total des sites de la vallée et sont confirmés par la représentation figurée de la densité (figure 22). Toutefois cette méthode est limitée par 2 facteurs : la maille de la grille utilisée et l'origine du quadrillage.

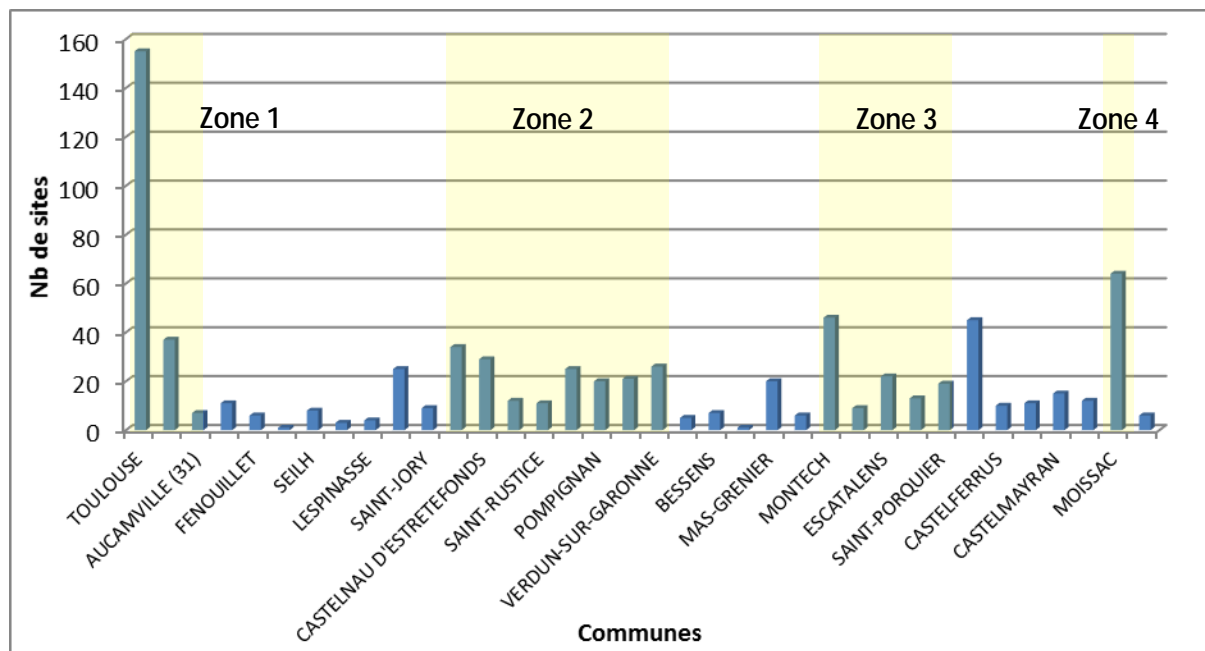


Figure 23 : Représentation graphique du nombre de sites archéologiques répertoriés par commune, dans le sens amont-aval

Afin de s'affranchir de ces limites, une analyse de la densité de site par application de la méthode des noyaux (KDE) ou densité Kernel permet une autre approche de la répartition spatiale (figure 24). Cette méthode permet le passage d'une information discrète ponctuelle à une information continue en supposant une décroissance suivant la loi normale autour du noyau (*i.e.* le site). Les premières applications ont été proposées dans le cadre archéologique par Beardah et Baxter (1996). Une des limites de cette méthode est le critère de choix du rayon de la fonction qui détermine en grande partie le résultat. L'utilisation d'un rayon trop grand conduit à un lissage trop fort de la répartition alors qu'un rayon trop petit conduit à des pics locaux sans réel apport par rapport à la carte ponctuelle (Conolly et Lake 2006). Ici, le rayon choisi est de 300 m. Cette distance permet d'obtenir un rendu cohérent avec les résultats de la représentation graphique et a permis de limiter les « fausses » concentrations. Le résultat montre une densité globalement similaire aux autres méthodes. Quatre zones plus denses se détachent clairement au sein de la vallée, correspondant à celles définies précédemment.

Dans la zone 1, entre Toulouse et Beauzelle, la densité de sites atteint 1,45 site/km², avec 203 sites archéologiques répertoriés sur une surface de 139,6km². Il s'agit de la plus forte densité observée dans la vallée. A plus grande échelle, la répartition n'est pas homogène. 105 sites archéologiques sont recensés dans le secteur du centre-ville actuel de Toulouse, en rive droite, soit 12,2 sites par km², contre seulement 0,5 site/km² dans le reste de la commune, notamment en rive gauche. Au nord-ouest de la commune, l'expansion de l'urbanisation à Saint-Michel-du-Touch depuis une dizaine d'années a permis de compléter les données acquises depuis les années 1960 (Labrousse

1968, Paillier 2002) sur le site d'Ancély. Enfin, la création de plusieurs zones d'activités commerciales sur les communes de Blagnac et Beauzelle a livré de nombreux vestiges depuis une dizaine d'années.

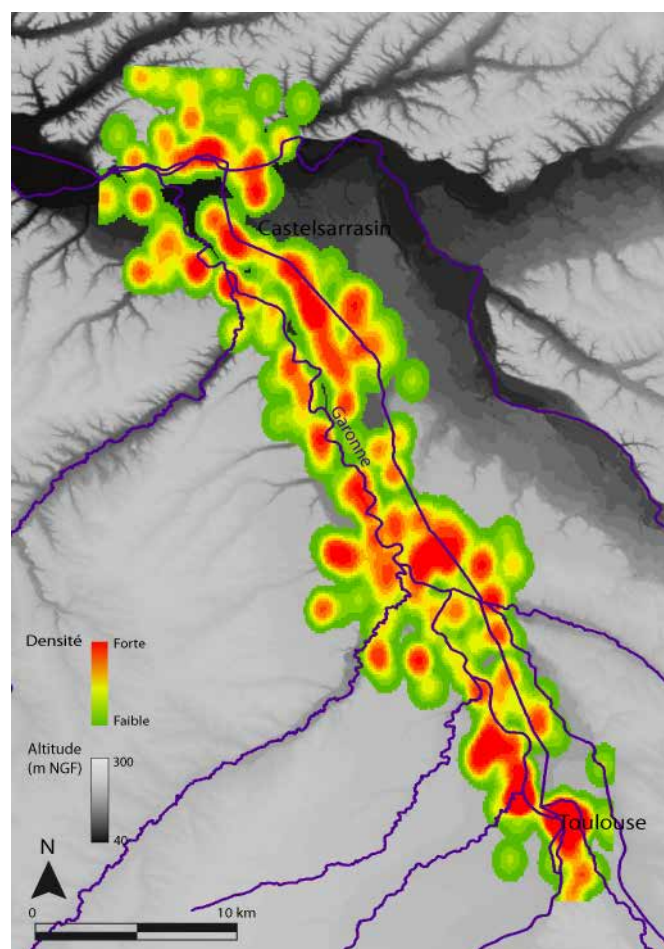


Figure 24 : Représentation de la densité de sites archéologiques de la vallée de la Garonne d'après la méthode Kernel

La confluence Hers-Garonne (zone 2) regroupe huit communes (Grenade, Castelnau-d'Estrétefonds, Ondes, Saint-Rustice, Pompignan, Aucamville, Grisolles et Verdun-sur-Garonne). Ce secteur couvre une surface de 163km² pour 178 sites archéologiques, ce qui représente une densité de 1,09 site/km². Ce secteur sera évoqué plus longuement dans un prochain chapitre (3.2.1.3)

La zone 3 rassemble les communes de Montech, Bourret, Escatalens, Cordes-Tolosannes, Saint-Porquier et Castelsarrasin, qui présentent également une forte densité archéologique avec 154 sites recensés. Ces résultats sont à relativiser compte-tenu de la superficie de l'espace concerné, près de 192 km². La densité moyenne n'est que de 0,79 sites archéologiques/km². A plus haute résolution, les communes en rive droite de Montech, Escatalens et Saint-Porquier présentent une plus forte densité de 1,04 site/km², avec 87 sites sur 83km² environ. Les découvertes doivent être mises en relation avec la croissance des villages, des travaux agricoles ainsi que du tracé moderne de la route Nationale 113.

Enfin, au nord de la zone d'étude la commune de Moissac présente une organisation similaire à la commune de Toulouse, avec une densité moyenne de 0,8 site/km², mais une concentration de plus d'un tiers des sites référencés sur seulement 6,5% du territoire.

Le simple inventaire des données archéologiques disponibles n'est probablement pas représentatif des occupations pour ce secteur donné (Berger 2009). La présence de « blancs » et des

zones de plus forte concentration peut relever de plusieurs processus : 1) un biais documentaire, lié à l'inégale répartition des grands travaux ou des lieux exploités ; 2) un biais taphonomique, lié à la répartition des milieux à l'échelle de la plaine et 3) la variabilité de la densité peut refléter l'inégal peuplement de la vallée. Sur la zone, aucune hypothèse n'est privilégiée à priori et il s'agit plutôt d'analyser au cas par cas les raisons de cette variabilité dans le schéma d'occupation diachronique.

Le tri entre les sites issus de découvertes fortuites et les sites issus d'opérations de sauvetage montre un impact certain mais très variable selon les communes (figure 25). Les diagnostics négatifs sont rares dans la vallée, représentant seulement moins d'une demi-douzaine de références. Dans les communes de Toulouse et sa banlieue proche, l'image de l'occupation du sol a été profondément modifiée par l'apport de l'archéologie préventive. Les zones 1 et 2 présentent le plus grand nombre de sites issus de fouilles de sauvetage liées au développement urbain et péri-urbain de Toulouse, et la création des Z.A.C. *Andromède*, *Aéroconstellation* et *Eurocentre*. Entre Toulouse et Verdun-sur-Garonne, on compte 181 sites issus de l'archéologie préventive contre 54 en aval. La ville de Toulouse concentre les actions préventives de la moitié amont. En revanche dans la moitié aval, les données sont moins abondantes, probablement en raison d'enjeux économiques plus limités dans ce secteur.

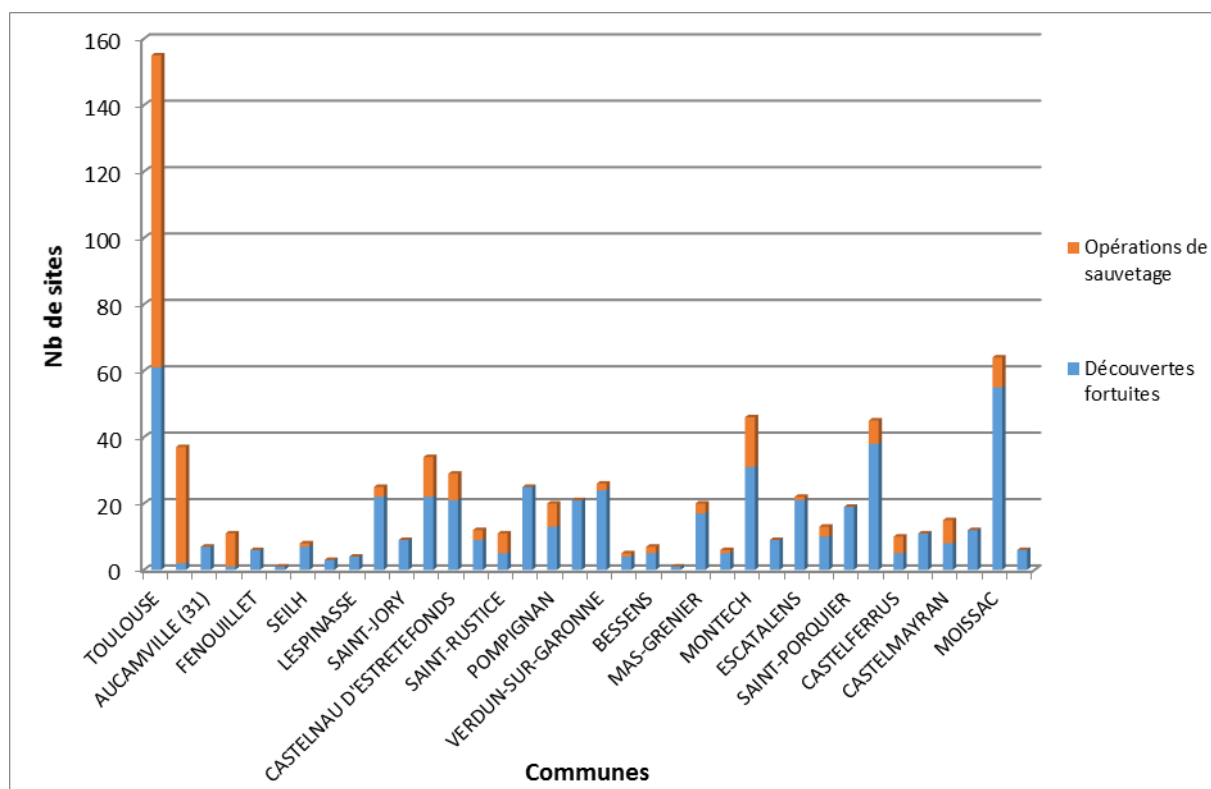


Figure 25 : Représentation graphique du nombre de sites issus de découvertes fortuites et d'opérations préventives par communes (sens amont-aval)

A la lumière des données des fouilles préventives dans la partie amont, il est possible d'envisager un déficit important du nombre de site dans la partie aval. Le secteur de la confluence du Tarn et de la Garonne a cependant fait l'objet de grands travaux d'aménagement lors de la création du plan d'eau de Saint-Nicolas-de-la-Grave d'environ 400ha. Les travaux archéologiques préventifs n'ont livré aucun site archéologique, malgré l'importante superficie diagnostiquée. Pour ce secteur, l'hypothèse du biais documentaire peut donc être écartée au profit d'une répartition inégale du peuplement.

Enfin, l'impact des biais taphonomiques est théoriquement moins marqué sur les terrasses, en raison de leur déconnexion de la dynamique alluviale (Berger 2009). Le colluvionnement sur les formations pléistocènes est, dans le cas de la vallée de la Garonne, insuffisant pour perturber la restitution de l'occupation. Dans la plaine alluviale, la question de l'ampleur et l'impact des processus sédimentaires sur la restitution du schéma archéologique est un volet important de notre problématique et l'apport des données géomorphologiques permettra d'apporter des éléments de réponse à ce sujet.

Afin de tester l'hypothèse d'un biais taphonomique, nous avons comparé pour chacune des périodes la répartition des sites entre la basse plaine, définie par l'enveloppe de la crue de 1875 et la vallée, entendue comme la portion des communes non inondable. Trois voies peuvent être testées :

- La comparaison des profils de peuplement par période, c'est à dire de la répartition normalisée par la durée du nombre de site par période. La normalisation par la durée des périodes vise à limiter les effets du découpage chronologique arbitraire (figure 26)
- L'analyse de la différence de sites entre la vallée et la plaine par l'application d'un test de khi2
- Enfin, la recherche de disparité dans les modalités du peuplement pour chaque période entre la basse plaine et le reste du territoire, par l'application d'un test de chi2

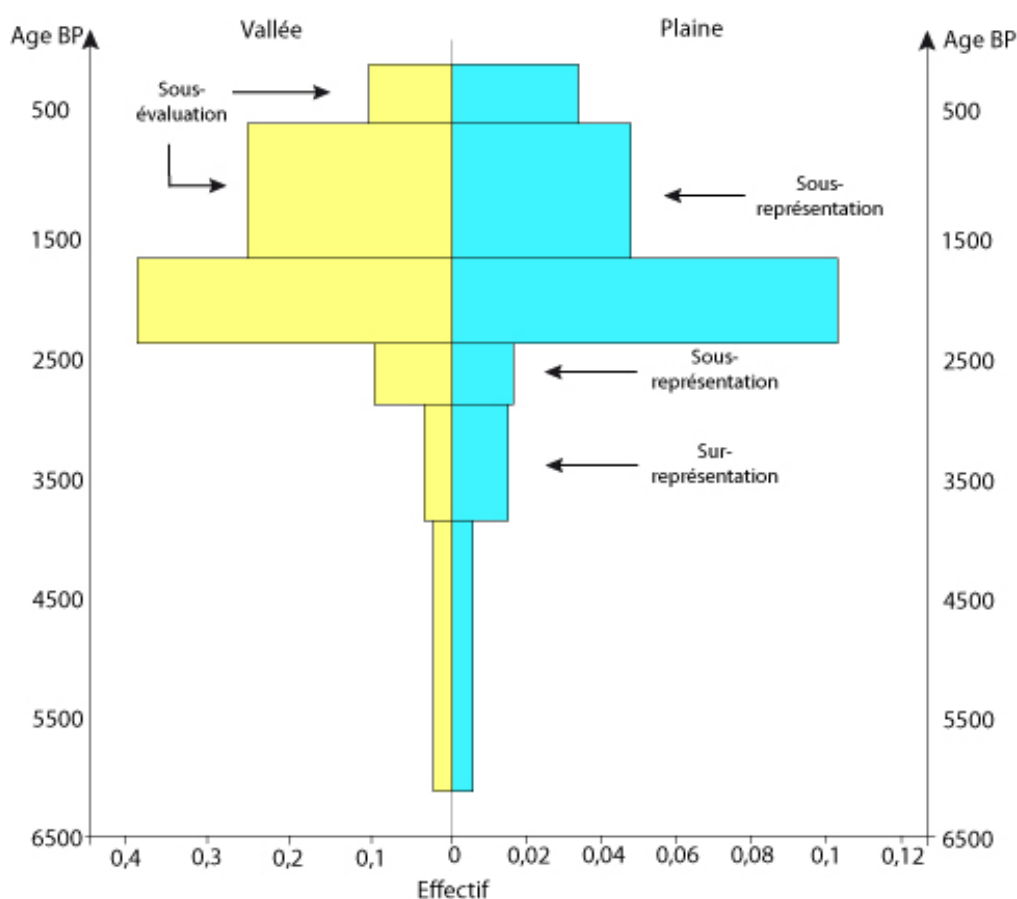


Figure 26 : Représentation graphique de la normalisation par la durée du nombre de site par période, dans la vallée et dans la plaine alluviale

La comparaison entre les profils de peuplement entre vallée et basse plaine montre une surreprésentation des occupations pour la période de l'Age du Bronze et corrélativement une sous-

représentation des sites de l'Age du Fer et de la période médiévale. Si cette dernière peut être mise en relation avec une sous-estimation du nombre de site liée au caractère incomplet des inventaires, la surreprésentation des sites de l'Age du Bronze et la sous-représentation des sites de l'Age du Fer ne semble pas obéir à cette logique. En première estimation, il semblerait que la plaine soit relativement attractive au cours de l'Age du Bronze et plus répulsive au cours de l'Age du Fer. Ce constat peut être affiné par l'analyse statistique de la répartition des sites entre basse plaine et vallée pour chacune des périodes.

Le calcul du Khi2 entre sites de vallée (574) et sites de plaine (181) donne une valeur de 44,03, qui conduit à rejeter l'hypothèse H0 d'une égale répartition des sites entre la plaine et la vallée. Les sites de la vallée sont sur-représentés alors que les sites de plaines sont sous-représentés. Il n'est toutefois pas possible de relier cette observation à un processus : lacune documentaire ou bien biais taphonomique. L'application d'un test de khi2 confirme donc qu'il existe bien une différence significative de répartition de ces sites entre les deux unités géomorphologiques pour l'Age du Bronze, l'Age du Fer et la période contemporaine. Par contre, au cours de la période Antique et médiévale, la multiplication des sites se fait de manière similaire dans les deux unités.

Il est donc possible de tirer des conclusions partielles concernant les dynamiques de peuplement de la vallée de la Garonne. Si l'occupation néolithique (moyen et final) apparaît faible dans la vallée, il ne semble pas y avoir de différence significative entre la basse plaine et la vallée à cette période. Au cours de l'Age du Bronze, l'attractivité de la basse plaine semble plus forte et les occupations montrent un tropisme vers la plaine. A l'opposé, la période de l'Age du Fer montre une attractivité moindre de la basse plaine par rapport au reste de la vallée. Il est tentant de mettre en relation ce phénomène avec une augmentation de l'hydraulicité au cours de la transition Age du Bronze/Age du Fer, même si la résolution chronologique prise en compte « moyenne » ce phénomène. Au cours de la période Antique, le développement de l'habitat est indifférencié. S'il faudrait là aussi affiner le cadre chronologique de ce type de recherche, à l'échelle du demi-millénaire, ce phénomène est indubitable. Cette dynamique se poursuit au cours de la période médiévale mais pourrait s'interrompre au début de la période Moderne. Là aussi, le synchronisme avec l'épisode du Petit Age Glaciaire peut sous-entendre un lien causal.

L'analyse géographique de la répartition diachronique des sites archéologiques montre quatre zones à plus forte concentration. Elles résultent en partie d'un biais documentaire et notamment des travaux d'aménagement liés à l'expansion urbaine de la ville de Toulouse qui a favorisé les découvertes archéologiques dans la moitié amont de la zone d'étude. Cette répartition inégale de l'occupation diachronique est également tributaire des différentes unités géomorphologiques et des modalités de leurs évolutions et leurs exploitations au cours de l'Holocène.

3.2.1.1.2. Répartition des sites en fonction de leur unité géomorphologique d'implantation

Une deuxième manière d'analyser le corpus documentaire archéologique est de s'intéresser non plus à la densité mais à la répartition des sites en fonction de leur position topographique et géomorphologique. Elle vise à dégager des motifs ou des zones privilégiées d'implantation dans un cadre naturel et non pas administratif comme les communes.

Le décompte des sites archéologiques par unités morphologiques (tableau n°8) montre à l'échelle de la vallée, avec une superficie d'environ 800km², une densité moyenne de 0,94 site/km². On distingue une abondance de références sur la basse terrasse mais la densité maximale est

atteinte sur les formations éoliennes. La plaine alluviale présente en revanche la plus faible densité de sites archéologiques, avec seulement 0,65 sites/km².

Unités géomorphologiques	Superficie (km ²)	Nb de sites	Densité (/km ²)
Plaine alluviale	264	171	0,65
Formations éoliennes	31	34	1,09
Basse terrasse	303	392	1,29
Moyenne terrasse/molasse	201	158	0,78
Total	799	755	0,94

Tableau 8 : Répartition des sites archéologiques par unités morphologiques

Les données archéologiques obtenues sur la moyenne terrasse sont peu abondantes. Ce phénomène peut être interprété en termes de faible représentativité de cette unité géomorphologique, avec seulement 201 km², de faible occupation diachronique de la moyenne terrasse mais également d'un biais documentaire important.

Les résultats obtenus sur la basse terrasse apparaissent plus significatifs, en raison d'une représentation homogène et plus importante (37,2%) tout au long de la plaine alluviale. La densité de l'occupation est élevée avec 392 sites archéologiques, soit 1,29 sites/km², tandis que la répartition générale est plus homogène. Une plus forte concentration est cependant observée à Toulouse, où le secteur le plus dense en vestiges repose en rive droite sur la basse terrasse. Le constat est similaire pour les communes de Blagnac et Beauzelle ainsi que pour le secteur de Montech-Saint-Porquier, bien que dans une moindre mesure. En revanche, le secteur de la confluence Hers-Garonne est peu significatif, avec une densité comparable au reste de la basse terrasse. En revanche, la faible représentation des formations éoliennes limite l'interprétation des résultats de cette unité morphologique, avec seulement 3,8% de la surface totale et une densité de 1,09 sites/km². Visibles entre Toulouse et la confluence Hers-Garonne et ponctuellement dans des vallées secondaires, on note la plus forte concentration dans la vallée de l'Aussonelle, suivie par les communes de Fenouillet et de Toulouse. La plaine alluviale, seconde unité morphologique en termes de superficie (31,9%) présente une densité relativement faible comparativement aux formations pléistocènes, avec 0,65 site/km² et une répartition globalement similaire à la vallée qui fera l'objet d'une analyse plus détaillée ultérieurement. Cette première approche qualitative peut là aussi donner lieu à un complément quantitatif afin de mieux approcher la représentativité des différentes unités géomorphologiques par l'application d'un test de khi2 (cf. annexe 2). Réalisé sur le tableau de répartition des sites toutes périodes confondues en fonction de leur appartenance à une unité géomorphologique, il conduit à rejeter l'hypothèse d'une indépendance entre ces deux facteurs, le khi2 calculé 0,389 étant supérieur au khi2 théorique (0,351) à 95% de confiance. Dans le détail, l'hypothèse d'indépendance doit être rejetée pour l'ensemble des formations. Les formations pléistocènes (terrasses et loess) apparaissent ainsi plus attractives que la moyenne alors que la basse plaine est moins attractive que la moyenne.

A l'échelle de la vallée, la discrimination des sites archéologiques suivant leur nature donne une nouvelle perspective d'analyse. Les relations entre type de site et unités géomorphologiques (tableau n°9) montrent des distributions variables, mais tous les types de sites sont représentés sur l'ensemble des unités morphologiques. Il n'y a donc pas de relation simple. Les vestiges d'occupations constituent les références les plus nombreuses à la fois en termes numérique général mais également sur chaque unité morphologique. La basse terrasse est l'unité qui est privilégiée pour l'ensemble des typologies retenues, en particulier pour les habitats. La moyenne terrasse et la plaine

alluviale observent des répartitions relativement similaires sur les traces d'occupations et indéterminés. En revanche, les monuments culturels et les vestiges funéraires sont plus nombreux sur la moyenne terrasse, quand la plaine alluviale concentre plus de vestiges mobiliers. Cela est probablement lié d'une part à la relation entre ces sites et le réseau viaire, et la préservation des édifices médiévaux en élévation sur les terrasses d'autre part. Dans l'hypothèse d'une restitution exhaustive du schéma d'occupation, cette distribution peut être interprétée comme une occupation préférentielle de la basse terrasse, tant en termes d'occupation *stricto sensu* qu'en terme d'activités annexes à l'occupation. La moyenne terrasse et la plaine alluviale présentent un potentiel attractif équivalent. Et élément contraint la théorie d'une installation préférentielle sur les formations pléistocènes au détriment total de la plaine alluviale, considérée comme un espace uniquement destiné aux activités vivrières. La basse terrasse est certes l'unité morphologique privilégiée mais la plaine alluviale ne semble pas être un espace totalement délaissé ou ponctuellement occupé.

Typologie des sites	Plaine alluviale	Form. Éol.	Basse terrasse	Moy. Ter./Mol.	Total
Occupations	91	17	230	79	417
Funéraire	14	6	62	39	121
Monument culturel	20	6	62	37	125
Mobiliers	31	4	45	13	93
Indéterminé	15	4	19	14	52
Total	171	37	418	182	808

Tableau 9 : Répartition typologique des sites archéologiques en fonction de leur localisation géomorphologique

Les disparités dans la répartition du nombre de sites ainsi qu'une occupation mieux définie sur les formations pléistocènes nous ont conduits à nous interroger sur l'impact des processus sédimentaires sur les terrasses alluviales sur la visibilité des sites archéologiques, en plus du biais de connaissance évoqué précédemment. Les terrasses alluviales du Pléistocène sont, sauf exceptions déjà évoquées dans le chapitre 1, déconnectées de la dynamique alluviale depuis la fin du Tardiglaciaire. La carte géomorphologique de la vallée de la Garonne par R. Lambert (1989) et la carte géologique d'A. Cavaillé (1969) montrent des formations pléistocènes qui évoluent peu, où les cônes de déjection sont rares et le colluvionnement semble de faible ampleur. Ces derniers se limitent à une dizaine de mètres en contrebas des terrasses alluviales dont ils sont issus. Dans la plaine alluviale, ces processus de colluvionnement/alluvionnement par de petits tributaires sont identifiés sur la marge est. Cette cartographie est confirmée par les observations de Bruxelles *et alii* (2003), qui montrent de faibles remaniements superficiels postérieurs à la mise en place de la terrasse. Cette stabilité est peu favorable à la préservation des vestiges archéologiques, avec des temps d'enfouissement plus longs et une exposition accrue aux facteurs d'érosion. En revanche, cette situation est propice aux découvertes, avec des sites archéologiques enfouis à de faibles profondeurs et facilement repérables lors de prospections ou de travaux d'aménagement. Ces derniers sont particulièrement nombreux sur la basse terrasse, où les communes de la moitié amont, en particulier Blagnac et Beauzelle, ont fait l'objet de nombreux aménagements dans les années 2000 (cf. 3.2.1.1.1.). Cette forte restitution est également le résultat d'une occupation moderne préférentielle de la basse terrasse dans la vallée de la Garonne. Les villages actuels sont, dans la zone d'étude, en majorité situés sur la marge ouest de la basse terrasse en rive droite. Ils suivent le tracé de la RN20 et du canal latéral à la Garonne sur le talus de démarcation avec la plaine alluviale. La croissance démographique dans ces zones urbaines depuis les années 1970 a permis de mettre au jour de nombreux vestiges. Ils se traduisent par d'abondantes références dans la base de données

Patriarche, dont le contexte de découverte est précisé par les CAG. Les formations pléistocènes ont également fait l'objet de prospections thématiques (Bruxelles *et al.* 2003, Bruxelles et Jarry 2011) ayant contribué à une meilleure restitution du schéma d'occupation pour les périodes les plus anciennes.

Parallèlement, dans la plaine alluviale, la densité d'occupation apparaît faible, mais typologiquement complète. Cependant, l'absence de projets d'aménagement et de faibles zones urbanisées ne favorise pas la constitution d'un corpus archéologique exhaustif. Comme nous l'avons évoqué précédemment, cette unité morphologique montre une répartition inégale de l'occupation, avec au moins une zone « blanche » (confluence Tarn/Garonne). A un moindre degré, une situation similaire se retrouve entre les zones de Castelnau et de Bourret. La migration générale du chenal garonnais est attestée par de multiples bras-mort et paléoformes dans la plaine alluviale. Ces mouvements s'accompagnent des processus suivants : érosion des berges, transport et dépôt à distance variable. Les vestiges archéologiques sont alors remobilisés dans les mêmes proportions que le substrat. Le site peut alors être totalement perdu ou identifié plus en aval en position secondaire, faussant ainsi la restitution locale de l'occupation. La concomitance des biais de connaissance, taphonomiques et de zones « blanches » contribue à une restitution actuelle probablement très incomplète de l'occupation diachronique de la plaine alluviale.

Les différentes unités morphologiques de la vallée montrent donc de fortes disparités d'occupation, avec une occupation mieux définie des formations pléistocènes. Cependant, ces résultats sont à nuancer par un fort biais de connaissance qui tend notamment à sous-représenter l'occupation de la plaine alluviale, en l'absence d'aménagements associée à une faible urbanisation.

Comme cela vient d'être montré, l'ensemble de la vallée présente quatre grands secteurs d'occupation préférentiels : Toulouse-Beauzelle, la confluence de l'Hers, Montech-Castelsarrasin et Moissac. Si la rive droite regroupe davantage de sites (61,8% du nombre total), en raison de la dissymétrie de la vallée et de l'écoulement de la Garonne contre la molasse en rive gauche, la différence entre rive gauche et droite n'est pas significative. Les formations pléistocènes (basse et moyenne terrasse) semblent très attractives et regroupent avec 77,5% des sites mis au jour. En particulier, les formations éoliennes antérieures à l'Holocène affichent une forte densité d'occupation, notamment en raison de leur faible superficie. La basse terrasse offre la restitution la plus complète de son occupation, en raison de sa plus faible exposition aux biais identifiés : un biais de connaissance limité par un aménagement permanent et conséquent (urbanisation, réseau routier, canal...), des biais taphonomiques limités par la stabilité de ces unités déconnectées de la dynamique alluviale et aucune zone « blanche » identifiée en l'état des recherches. Quant à la moyenne terrasse, bien que moins étendue sur notre zone de travail, elle offre un meilleur taux d'occupation que la plaine alluviale. L'occupation de cette dernière apparaît largement sous-estimée, en raison de la forte influence des biais taphonomique et de connaissance. Ces résultats nous permettent d'envisager l'hypothèse d'une occupation préférentielle de la basse terrasse, associée à un déplacement des installations au sein de la plaine. Le premier point est relativement bien documenté à travers les nombreux aménagements et les prospections de ce secteur, sans que ce schéma puisse être réellement exhaustif. La seconde hypothèse en revanche est plus complexe à démontrer en raison des fortes disparités dans le schéma d'occupation. Les données obtenues sur les unités morphologiques, autres que la basse terrasse, montrent une occupation plutôt faible notamment de la plaine alluviale, qui n'est pas corroborée par les découvertes réalisées depuis une dizaine d'années sur les autres fleuves européens (cf. chapitre 1). La vallée de la Garonne, au carrefour de la Méditerranée et de la façade atlantique, apparaît donc moins densément occupée au moins depuis le Néolithique. Nos résultats sont fortement liés aux biais taphonomiques et de connaissance,

évoqués précédemment, montrant un schéma d'anthropisation incomplet et une représentation accrue d'un secteur géographique ou d'une unité morphologique.

3.2.1.2. A l'échelle de la plaine alluviale

A l'échelle d'observation de la vallée, la plaine alluviale est une unité morphologique qui semble moins attractive comparé aux terrasses alluviales. Dans ce secteur d'étude, la plaine alluviale représente la seconde entité en termes de superficie (264 km²) mais seulement 22,5% du total des sites de la vallée y sont recensés. Le protocole d'analyse du schéma de l'occupation est similaire à celui réalisé pour la vallée, avec un prisme d'observation à l'échelle géographique et géomorphologique.

3.2.1.2.1. Répartition géographique des sites archéologiques

Spatialement, les occupations s'étendent sur l'ensemble de la plaine alluviale. De fortes disparités de densité ont toutefois été identifiées dans des secteurs et sont en partie corrélées avec celles observés à l'échelle de la vallée.

Dans la plaine alluviale, 171 sites archéologiques ont été localisés sur l'ensemble des communes (tableau n°10). La densité moyenne de l'occupation est la plus faible de l'ensemble des unités morphologiques de la zone, avec 0,65 site/km², alors que la plaine alluviale représente 33% de la superficie totale.

Commune	Nb de site dans la PA	Commune	Nb de site dans la PA	Commune	Nb de site dans la PA
AUCAMVILLE (31)	0	DIEUPENTALE	0	MONTECH	4
AUCAMVILLE (82)	1	ESCATALENS	0	ONDES	12
BEAUZELLE	0	FENOUILLET	2	POMPIGNAN	10
BESSENS	0	FINHAN	0	SAINT-AIGNAN	0
BLAGNAC	0	GAGNAC-SUR-GARONNE	3	SAINT-ALBAN	0
BOUDOU	0	GRENADE-SUR-GARONNE	15	SAINT-JORY	2
BOURRET	0	GRISOLLES	15	SAINT-NICOLAS-DE-LA-GRAVE	9
CASTELFERRUS	2	LESPINASSE	4	SAINT-PORQUIER	1
CASTELMAYRAN	0	MAS-GRENIER	1	SAINT-RUSTICE	8
CASTELNAU D'ESTRETEFONDS	13	MERVILLE	0	SEILH	0
CASTELSARRASIN	10	MOISSAC	15	TOULOUSE	31
CORDES-TOLOSANNES	7	MONBEQUI	1	VERDUN-SUR-GARONNE	5
Total					171

Tableau 10 : Répartition communale des sites archéologiques dans la plaine alluviale

La distribution spatiale des sites est similaire à celle de la vallée, avec une inégalité entre rive droite et rive gauche, favorable à la première. Toutefois, la même limite doit être appliquée à cet indicateur que pour la répartition rive gauche/droite à l'échelle de la vallée. Cette disparité est proportionnelle à leur superficie : la large rive droite, qui couvre, abrite 117 sites contre 39 sur la rive opposée quasi-inexistante (?). L'application d'un test de khi2 sur la répartition entre les deux rives

donne une valeur de 0,0774 alors que la valeur théorique est de 3,8414 pour un intervalle de confiance de 95%. Il n'existe donc pas de différence statistiquement significative entre les deux rives.

La lecture de la densité montre également des zones à plus forte représentation archéologique. La méthode des quadrats n'a pas été appliquée ici en raison d'un nombre de site trop faible, qui a conduit à une restitution graphique peu discriminante. Seule la méthode des noyaux (KDE) a donc été appliquée ici (figure 27). Trois zones plus denses apparaissent : Toulouse, la confluence Hers/Garonne et Moissac. Dans une moindre mesure, on note des concentrations d'importance plus réduite dans les secteurs de Gagnac-sur-Garonne et de Cordes-Tolosannes.

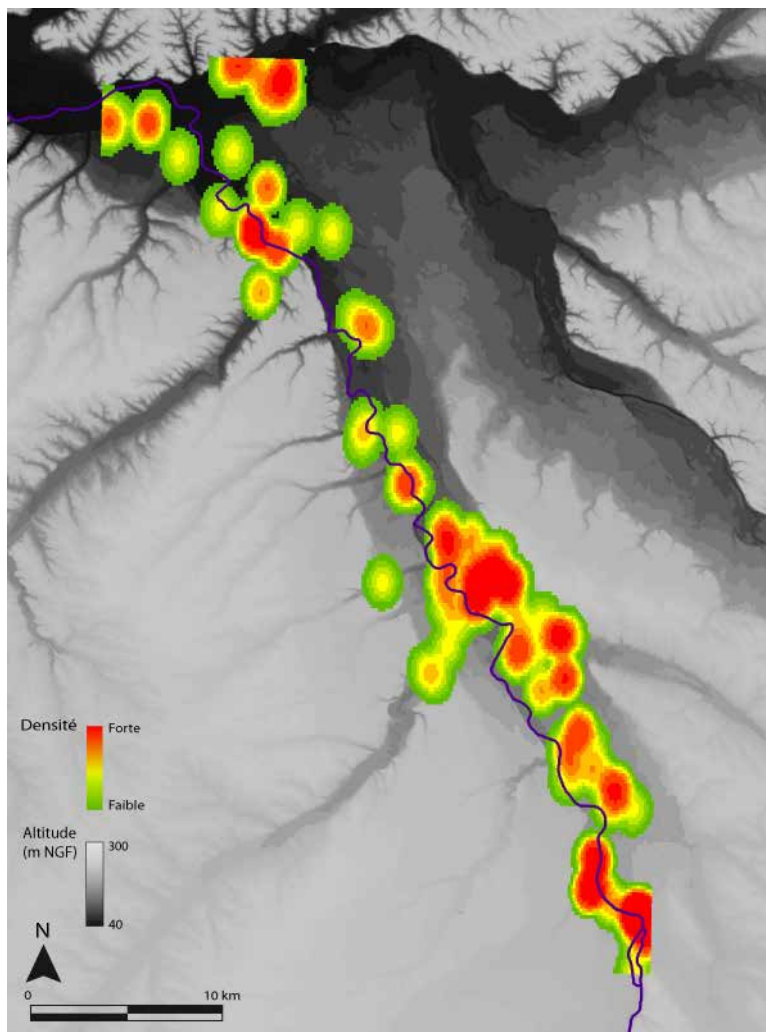


Figure 27 : Représentation de la densité de sites archéologiques de la basse plaine de la Garonne d'après la méthode Kernel

Ces observations sont encore plus significatives lors de la représentation graphique du nombre de site par commune dans le sens amont-aval (figure 28), où les trois zones sont bien identifiées. La zone 1b est bien identifiée au sud, à Toulouse, avec 31 sites (18%). A plus haute résolution, on observe une répartition hétérogène des gisements de la commune. Les sites sont concentrés dans l'hyper centre-ville en rive gauche, avec 25 gisements sur une surface de près de 4km² (6,2 sites/km²). Les facteurs de cette surreprésentation ont déjà été évoqués précédemment, l'abondance de sites toulousains étant en grande partie due aux travaux d'aménagements modernes. La superposition des occupations a progressivement masqué les plus anciennes, qui apparaissent uniquement à la faveur des sondages archéologiques.

En aval, la confluence Hers-Garonne apparaît plus contrastée. La zone de concentration est plus réduite qu'à l'échelle de la vallée, avec l'exclusion des communes de Verdun-sur-Garonne et Aucamville. A plus haute résolution, on distingue deux espaces à forte densité, concentrant 43,3% des effectifs de la plaine alluviale (74 sites). Au sud de la commune de Castelnau-d'Estrétefonds, l'aménagement de la Z.A.C. Eurocentre au cours des années 2000 a livré 8 sites sur moins d'1km², (Barbier *et al.* 1995, Requi *et al.* 1999, Barbier 2002, Pons *et al.* 2004).

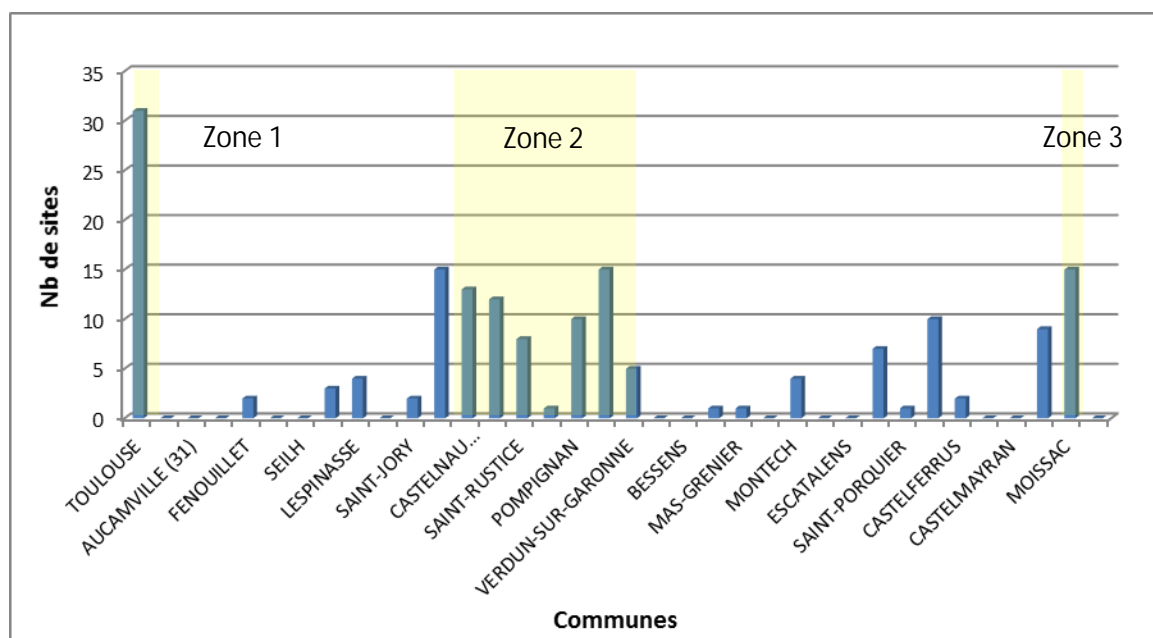


Figure 28 : Répartition communale des sites archéologiques de la plaine alluviale

Au nord-ouest, la seconde aire de densité s'étend entre les communes de Grenade, Ondes, Castelnau-d'Estrétefonds, Saint-Rustice, Pompignan et Grisolles, et présente une densité de 2,1 sites/km² (54 sites). Elle résulte de l'ouverture de plusieurs gravières, qui ont fourni de nombreuses données sur l'occupation depuis la fin des années 1990 (Migeon 1997, Poignant *et al.* 1997, Massendari 2006, Lelouvier 2010, Pancin *et al.* 2011), ainsi que de prospections menées par l'Association de Recherches Archéologiques de Villaries sur la commune de Saint-Rustice en 2010. Trois nouveaux gisements ont également été découverts lors de la prospection des gravières pour la présente étude, suggérant une densité d'occupation encore mal définie dans ce secteur malgré de nombreuses découvertes.

A l'extrême nord de la plaine alluviale, dans la vallée du Tarn, les aménagements modernes dans la plaine alluviale à Moissac, les découvertes fortuites et l'inventaire a été réalisé par l'I.N.R.A.P. en 2005 (Grimbert *et al.* 2005) ont livré 19 sites archéologiques au croisement des communes de Castelsarrasin et Moissac, dans une zone de 9,5km² (soit une densité moyenne de 2 sites/km²). Ces sites résultent du choix de segmentation à partir des communes de la zone de travail, les communes de Castelsarrasin et Moissac ayant une partie de leur territoire dans la plaine alluviale du Tarn. Si ce secteur est *sensu stricto* hors de notre zone d'étude, les travaux qui y ont été menés peuvent servir de référence pour estimer une densité moyenne dans ce secteur.

Dans le reste de la plaine, les regroupements sont plus faibles, comme à Fenouillet/Gagnac-sur-Garonne, Cordes-Tolosannes/Castelsarrasin ou encore à l'extrémité ouest de Saint-Nicolas-de-la-Grave. Ces secteurs concentrent chacun une petite dizaine de sites, globalement antérieurs au milieu du XX^e siècle et fréquemment issus de découvertes fortuites (Mavéraud-Tardiveau 2007). Seule l'abbaye de Belleperche à Cordes-Tolosannes a fait l'objet de fouilles récentes lors d'opérations de

sauvetage (Ducomet 1991, Campech 1993, Boccacino 2001, Jolibert 2007, Murat 2007). Entre ces secteurs, on note quelques sites isolés, globalement situés sur les marges externes de la plaine.

Cette distribution est toutefois à nuancer si la densité de site est pondérée en rapport de la surface de la plaine alluviale de chaque commune (figure 29). La zone 1 est toujours bien individualisée, avec 2,7 sites/km², mais l'écart avec les autres secteurs apparaît plus limité. La commune de Toulouse présente en effet une superficie de plaine alluviale importante (11,45 km²), ce qui diminue le signal archéologique. La zone 2 est toujours bien représentée, avec une distribution différente des communes. Grenade-sur-Garonne et Grisolles montrent une densité modeste, en dépit d'un nombre de site parmi les plus élevé (15). *A contrario*, la commune de Saint-Rustice présente une densité très élevée de 7,2 site/km², la plus élevée de la plaine alluviale. La commune de Pompignan montre, avec 2,7 site/km² une forte attractivité de la basse plaine. Toutefois, ce phénomène s'explique par : 1-la faible emprise de ces communes sur la plaine alluviale, avec 1,11km² pour Saint-Rustice et 3,64km² pour Pompignan et 2-un nombre de site élevé suite à des campagnes de prospection à Saint-Rustice et l'aménagement d'une gravière à Pompignan. La zone 3 disparaît, avec une très mauvaise visibilité sur la commune de Moissac. Seconde commune ayant le plus d'emprise sur la plaine alluviale avec 32,42 site/km², la densité atteint à peine 0,5 site/km² malgré 15 sites répertoriés. Cette analyse confirme la réalité des zones d'occupation préférentielle 1 et 2 tout en nuancant leur intensité. La zone 3 est en revanche non identifiée sur le graphique, en raison d'une superficie importante comparativement au nombre de vestiges découverts.

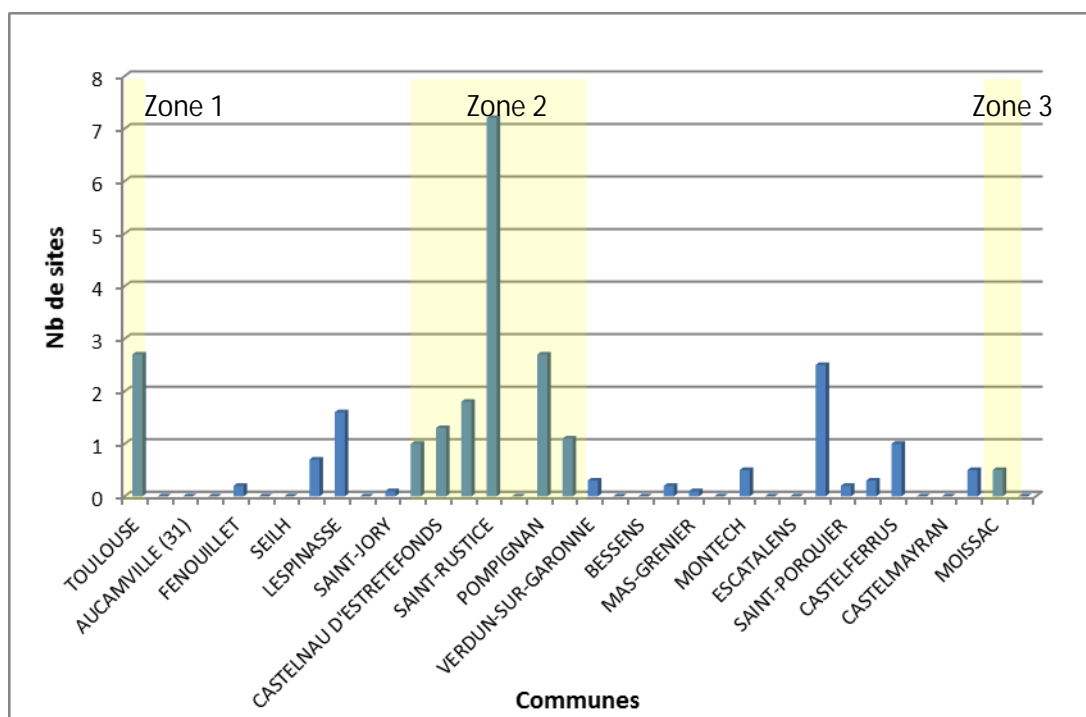


Figure 29 : Représentation de la densité de sites archéologiques par commune dans la plaine alluviale

Dans la plaine alluviale, la répartition géographique présente donc une configuration similaire à celle de la vallée. Toulouse, la confluence de l'Hers et Moissac se distinguent par une plus forte densité d'occupation, entrecoupées de petites concentrations ponctuelles le long de la Garonne, et de vestiges isolés sur les marges de la plaine alluviale. L'analyse de la densité nuance ces premières observations, en diminuant drastiquement la représentativité de nombreuses communes.

3.2.1.2.2. Répartition des sites en fonction de leur unité géomorphologique d'implantation

Comme à l'échelle de la vallée, la plaine alluviale se décompose entre plusieurs unités géomorphologiques. Ces unités ont été définies d'un point de vue fonctionnel (cf. 1^{ère} partie) et non chronostratigraphique. L'étude de la relation entre ces unités et le peuplement est susceptible de fournir également des informations sur le peuplement.

Dans la plaine alluviale, les différentes unités morphologiques montrent un schéma d'occupation diversifié et inégal (tableau n°11). Le lit mineur, assez restreint en surface (19km²) et sujet à des remaniements permanents, est *à priori* défavorable à l'enregistrement et la conservation *in situ* de l'occupation. Seuls 21 gisements ont donc été référencés dans cet ensemble, ce qui associé à la faible superficie de l'unité entraîne la plus forte densité de la plaine alluviale avec 1,11 site/km².

Unités morphologiques	Superficie	Nb de sites	Densité
Lit Mineur	19	21	1,11
Lit Majeur	80,9	23	0,28
Lit Majeur Exceptionnel	162,4	127	0,78
Total	262,3	171	0,65

Tableau 11 : Densité de l'occupation sur les différentes unités fonctionnelles de la plaine alluviale

Ces vestiges sont quasiment tous (20 sur 21) référencés dans la commune de Toulouse (figure 30) et peuvent être classés en deux catégories : les vestiges issus d'aménagement et les vestiges mobiliers. Il s'agit essentiellement d'aménagements des berges apparentés à des quais et associés au Gué du Bazacle, dont le fonctionnement est envisagé dès l'âge du Bronze (Claria *et al.* 2007, 2008, 2009, Savès et Fouet 1971, 1972, 1973). Ces vestiges sont localisés dans le chenal et sur les berges actuelles de la Garonne. L'hypothèse d'une fixation ou à minima d'une très faible migration latérale du chenal dans ce secteur depuis la Protohistoire apparaît donc tout à fait pertinente. Le référencement de plusieurs moulins et de ports médiévaux aux abords du lit moderne de la Garonne confirme cette hypothèse au plus tôt au Moyen-Âge. A Verdun-sur-Garonne et Mas-Grenier, les dépôts mobiliers sont constitués respectivement d'une épée en bronze au niveau du Gué et d'une série de poignards de l'âge du Bronze mis au jour lors de dragages. Ici, envisager une stabilisation du chenal précoce s'avère plus délicat. L'hypothèse d'un dépôt rituel dans le fleuve est corroborée par l'emplacement du gué. Cette hypothèse implique cependant une fixation précoce du chenal, dès le début de l'âge du Bronze, ce qui est relativement contradictoire avec les multiples paléofformes identifiées cartographiquement. Le remaniement post-dépositionnel par la dynamique hydro-sédimentaire apparaît plus cohérent, en l'absence de calage chronologique du gué. Deux hypothèses paraissent devoir être privilégiées pour ces découvertes : 1) soit les objets sont remaniés et ils apportent peu d'informations dans ce cas-là, 2) soit les artefacts ont pu être remobilisés à partir de formations anciennes situées à proximité immédiate du lit mineur et partiellement recouverts par des formations récentes comme peut le laisser penser le dispositif sédimentaire observé à la gravière de Bourret (voir chapitre 4).

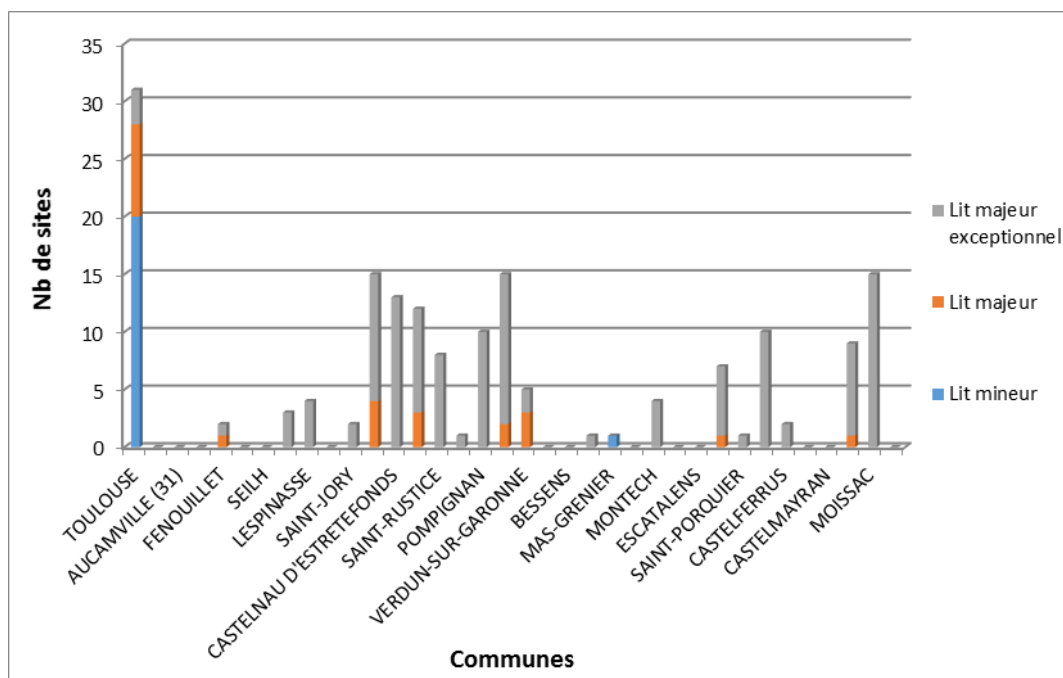


Figure 30 : Représentation graphique de la localisation géomorphologique des sites archéologiques par communes

Le lit majeur, malgré une emprise supérieure au lit mineur (100km²), n'a livré que 23 sites pour une densité de seulement 0,28 site/km², essentiellement concentrés à Toulouse (14 gisements) et au niveau de la confluence Hers-Garonne (8 gisements) (figure 30). Aucun schéma de distribution n'a été identifié à l'intérieur de la plaine, les sites se situent aléatoirement au centre ou sur les marges de cette unité. On observe toutefois que les occupations dans la moitié aval sont nettement moins nombreuses, avec seulement quatre sites répertoriés. Les premières installations dans le lit majeur sont datées du Néolithique et jusqu'au Moyen-âge, avec une faible attractivité pour les populations modernes. L'édification de cette unité au plus tard au début du Néolithique ne peut être confirmée par des vestiges *in situ*. L'absence d'informations sur les modalités de découverte des sites archéologiques antérieurs à l'âge du Fer ainsi que sur leur contenu et leur état de conservation ne permet pas de caler la formation de cette unité morphologique. Pour les périodes post-âge du Bronze, les découvertes à La Barthole (Massendari 2006) de sépultures du Premier âge du Fer et d'une nécropole du Second âge du Fer *a priori* non remaniées montrent un milieu relativement stable depuis la fin de cette période, au moins en aval de la confluence de l'Hers. L'absence d'informations complémentaires sur ces gisements ne permet cependant pas d'envisager un historique des processus taphonomiques.

Le lit majeur exceptionnel recense le plus grand nombre de références archéologiques, avec 127 sites (74,3% des effectifs de la plaine alluviale) et une densité de 0,78 site/km². La confluence de l'Hers et la jonction des communes de Moissac et Castelsarrasin, au nord-est, présentent les plus fortes concentrations (figure 30). La première zone a livré 50% des gisements de la plaine alluviale (65 sites) répartis sur 6 communes (Grenade, Castelnau-d'Estrétefonds, Ondes, Saint-Rustice, Pompignan, Aucamville et Grisolles). Les treize sites archéologiques des plaines alluviales de la Save, du Marguestaud en rive gauche, et de l'Hers en rive droite ont également été pris en compte. La densité de l'occupation atteint donc 2,7 sites/km² dans ce secteur et la distribution hétérogène se présente sous la forme de petites zones à forte concentration, suite aux opérations de sauvetage archéologique et des prospections récentes. Dans la commune de Grisolles, l'occupation est matérialisée par un groupe de sept gisements *in situ* et alignées du sud au nord en bordure du lit

majeur, répartis en quatre occupations néolithiques, un gisement antique, médiéval et moderne. Ce schéma pourrait être un témoignage de la dynamique hydro-sédimentaire ancienne, en dessinant l'extension majeure de la zone de remaniement post-Néolithique. Dans le lit majeur, le gisement néolithique identifié serait alors en position secondaire, remanié par la dynamique alluviale, tandis que le site de La Barthole et la nécropole donnent un terminus post-quem de la stabilisation du lit majeur au plus tard au début du 1^{er} âge du Fer. L'absence d'informations taphonomiques ne permet pas d'approfondir cette hypothèse. Les divagations du chenal dans le lit majeur exceptionnel semblent faibles depuis l'Antiquité et l'installation de quelques villages aujourd'hui à proximité immédiate du lit majeur. Dans le reste de la plaine alluviale, la distribution éparse révèle seulement 62 sites dans le reste du lit majeur exceptionnel de la zone d'étude. Ils forment de petites concentrations antiques et médiévales dans les secteurs de Gagnac-sur-Garonne, de Fenouillet et de Montech. Ces sites sont en majorité localisés sur les marges du lit majeur exceptionnel, à l'aplomb de la basse terrasse. Ce schéma résulte de l'expansion urbaine des villages bordiers en contrebas de la basse terrasse dans la plaine alluviale. Leur distribution reste trop aléatoire pour déceler une organisation spatiale et alimenter la chronologie de la genèse de la plaine alluviale.

Les différentes unités morphologiques de la plaine alluviale montrent une restitution archéologique variable. Les lits mineur et majeur, peu étendu, ont livré un nombre restreint de sites, aux informations lacunaires. En revanche, le lit majeur exceptionnel apparaît largement occupé dès le début de l'Holocène. Ces données permettent d'envisager une première chronologie de ces formations, dans laquelle le lit majeur exceptionnel est en grande partie déconnecté de la dynamique alluviale dès l'Antiquité, tandis que la stabilisation, au moins ponctuelle, du lit majeur peut être datée au plus tard du début du 1^{er} âge du Fer. Ces observations sont corrélées par le calcul du khi2 sur les trois unités ($\chi^2=49,43$), qui conduit à rejeter à plus de 95% l'hypothèse d'une répartition homogène des sites dans les trois unités géomorphologiques de la plaine alluviale.

La lecture diachronique de l'occupation de la vallée de la Garonne montre donc de fortes disparités spatiales sans qu'il soit toujours possible de faire la part dans les processus entre les causes socio-économiques (attractivité, répulsivité) et les causes taphonomiques (destruction, recouvrement). Deux zones de concentration sont perceptibles à tous les niveaux d'observation, Toulouse et la confluence Hers/Garonne, correspondant à des secteurs où les aménagements se sont multipliés depuis une quinzaine d'années et ont conduit à un enrichissement du corpus. La basse terrasse constitue à l'heure actuelle l'unité la mieux connue en termes de schéma d'occupation, à l'instar du lit majeur exceptionnel dans la plaine alluviale. Cette lecture géographique de l'occupation demande à être complétée par une analyse de la répartition chronologique, afin d'en dégager d'hypothétiques zones d'occupation préférentielle culturelles.

3.2.2. Lecture chronologique

Un premier bilan de l'occupation diachronique peut être établi suite au dépouillement et l'analyse des données archéologiques. Il s'agit de dégager les grandes phases de l'occupation de la vallée de la Garonne, sans l'objectif d'établir une synthèse culturelle exhaustive pour chaque période. La définition des modalités de répartition des vestiges pour chaque période fera également l'objet d'analyse, afin d'envisager, s'il existe, un schéma d'occupation caractéristique à chaque période culturelle. Les périodes modernes et contemporaines ne seront pas abordées compte-tenu de leur faible représentativité. L'échelle spatiale privilégiée sera celle de la vallée car le faible nombre de sites de la plaine alluviale, ainsi que les biais de répartition qui ont été évoqués précédemment oblitérent trop fortement la réflexion.

3.2.2.1. Observations générales

Le dépouillement des données des sites archéologiques de la vallée de la Garonne met en lumière une occupation précoce, dès le Paléolithique ancien (Jarry 2010) et qui se poursuit jusqu'au Paléolithique moyen. Comme dans de nombreuses vallées d'Europe, il existe un hiatus d'occupation durant le Paléolithique supérieur, probablement en relation avec le Dernier Maximum Glaciaire (DMG). Les travaux de Bruxelles et Jarry (2013) mettent celui-ci en relation avec l'existence d'un désert froid. Loin d'avoir été une zone refuge comme cela a pu être évoqué, la vallée de la Garonne semble, en l'état des connaissances, avoir connu une phase d'abandon. Au cours du Mésolithique, les sites restent peu nombreux et cantonnés sur les zones comprises entre les hauts niveaux et la moyenne terrasse, et aucun site de cette période n'est recensé dans la base de données. La situation est encore plus nette pour le Néolithique ancien où il n'existe sur l'axe garonnais aucun site attribuable à cette période.

Si des occupations sont attestées au cours du Mésolithique final (site de Gazel) et de l'Impressa (appr. 5700 cal BC) sur le versant méditerranéen et vers 5000 cal BC au nord et au sud de l'estuaire de la Gironde (Néolithique Ancien Centre Atlantique, NACA, Manen et Marchand 2004) ou sur les Causses (Les Escabasses à Thémines et Le Cuzoul à Gramat notamment), la plaine de la Garonne reste un *no man's land* jusqu'au Néolithique moyen en contraste avec les hypothèses d'une diffusion par voie fluviale de la néolithisation ancienne de la façade ouest atlantique. Ce n'est donc qu'à partir du Néolithique moyen que les données permettent une analyse. Elles présentent une densité d'occupation irrégulière, et on note une forte hausse du nombre de vestiges antiques et médiévaux (figure 31).

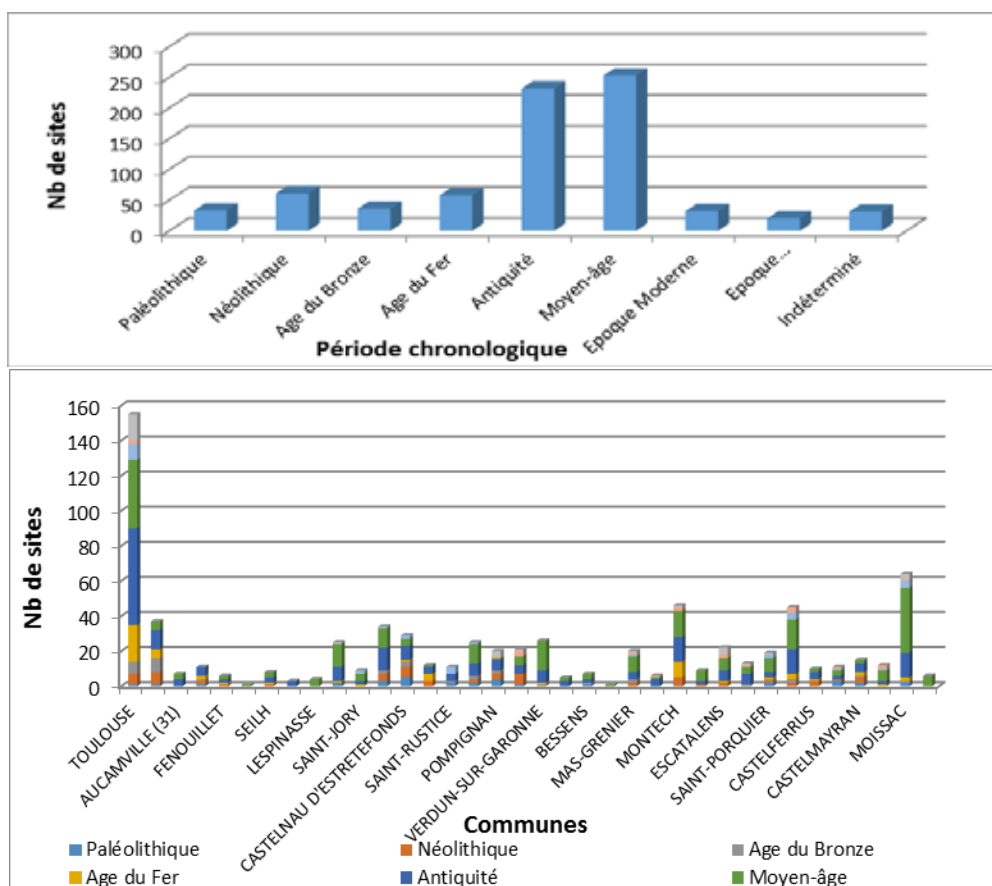


Figure 31 : Répartition chronologique générale (en haut) et communale de la vallée (en bas)

La chronologie majoritairement représentée diffère cependant selon les communes. Par exemple à Toulouse, il s'agit de l'Antiquité, avec 55 sites sur un total de 155, tandis qu'à Moissac, les vestiges médiévaux comptent pour plus de la moitié (37) du total des sites de la commune (64). Plus ponctuellement, la représentation de plusieurs périodes est globalement équilibrée, comme à Blagnac ou Castelnau-d'Estrétefonds, voire à l'avantage de chronologies plus anciennes comme à Grisolles où le Néolithique est légèrement dominant (6 sites sur un total de 21). La répartition amont/aval est à l'avantage de l'amont jusqu'à l'Antiquité, puis les vestiges sont plus nombreux en aval de Verdun-sur-Garonne (tableau n°12).

Chronologie	Amont (Toulouse- Verdun)	Aval (Dieupentale- Boudou)
Paléolithique	22	10
Néolithique	41	20
Age du Bronze	27	9
Age du Fer	38	20
Antiquité	147	85
Moyen-âge	124	129
Epoque Mod. & Cont.	25	37
Indéterminé	20	11
Total	444	321

Tableau 12 : Répartition chronologique des sites archéologiques dans les moitiés amont et aval de la vallée de la Garonne

Cette répartition pourrait être davantage liée à la nature des vestiges qu'à une réelle occupation privilégiée de la section amont jusqu'à l'Antiquité. En effet, à partir de l'Antiquité, les aménagements sont mieux identifiés encore aujourd'hui en raison de techniques de constructions plus durables telles le mortier. Lors de la destruction de bâtiment, fondations et pierres de construction restent visibles et permettent de localiser un site archéologique. Ce phénomène s'accroît d'autant plus au cours de l'histoire, avec des vestiges encore intacts de nos jours à partir du Moyen-âge. Cette augmentation des découvertes ne peut cependant pas être interprétée en l'état par une hausse de la démographie dans la vallée de la Garonne pour les périodes antiques et médiévales. Mais pour ces mêmes raisons de visibilité des vestiges, il peut être envisagé une occupation plus dense de la moitié aval dès le Moyen-âge, notamment en raison de la montée en puissance du clergé à Moissac. En amont, la multiplication des travaux d'aménagements modernes a pu favoriser la découverte de vestiges anciens, *i.e.* plus profonds, dans cette section de la vallée, au détriment de vestiges plus récents.

Géomorphologiquement, la répartition chrono-culturelle des sites archéologiques est similaire aux observations précédentes (figure 32). De manière générale, la basse terrasse est l'unité morphologique la mieux représentée pour toutes les périodes, tandis que les formations éoliennes sont peu représentées. L'ensemble des périodes chronoculturelles est retrouvé sur toutes les unités morphologiques, excepté les formations éoliennes au Paléolithique. La plaine alluviale est référencée dès le Paléolithique, avec un gisement sujet à caution et dont nous évoquerons la pertinence plus loin, mais associée à une occupation au moins ponctuelle dès le Néolithique. Le nombre de vestiges décroît jusqu'à l'Antiquité, où il quintuple avant de décroître à nouveau. Seuls les gisements indéterminés sont plus nombreux dans la plaine alluviale que sur le reste des formations pléistocènes. Ces dernières suivent une courbe similaire à celle de la plaine alluviale, avec une reprise

anticipée des découvertes dès l'âge du Fer sur la basse terrasse. Les origines de cette variabilité ont déjà été évoquée précédemment (cf. 3.2.1.2.2.).

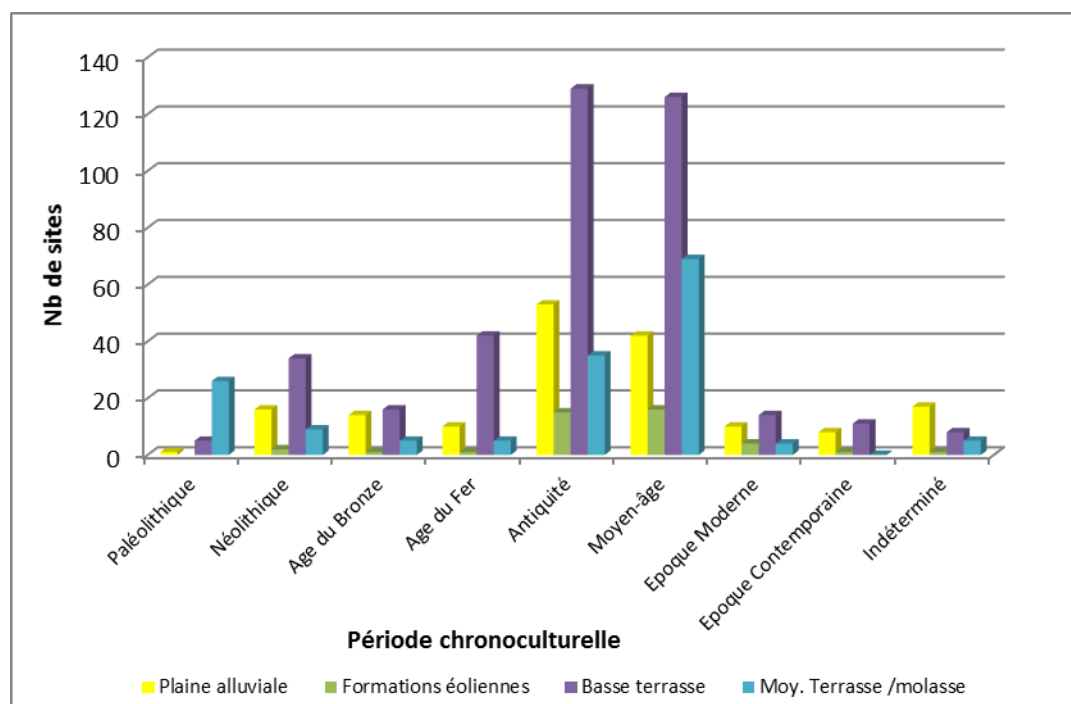


Figure 32 : Réprésentation graphique des périodes chronoculturelles en fonction des unités géomorphologiques d'implantation

La représentation typologique des différentes périodes chronoculturelles est en revanche moins complète (tableau n°13). Les occupations constituent le type majeur de sites archéologiques pour l'ensemble des périodes, sauf le Moyen-âge où elles sont supplantées par les monuments culturels. Ces derniers n'apparaissent qu'à l'Antiquité, bien qu'ils soient pour cette période très peu nombreux avec seulement deux références. Les pratiques culturelles des périodes anté-antique sont peu connues et ce constat est bien représenté dans la vallée de la Garonne. Les vestiges funéraires sont également inconnus pour le Paléolithique et le Néolithique et très rares pour l'âge du Bronze. Les gisements funéraires paléolithiques sont rarissimes à l'échelle européenne, et à peine plus nombreux au Néolithique. Les gisements de mobiliers sont fréquemment attribués à l'Antiquité, en raison de pratiques courantes d'épandages, mais également à l'âge du Fer, avec 10 sites, soit 16% du total des sites de cette période. Seulement 52 sites n'ont pu être typologiquement déterminés, dont l'essentiel est attribué à l'Antiquité (13) et au Paléolithique (9). Le tri typologique des vestiges offre donc une représentation synthétique des observations précédentes, avec la prépondérance des occupations antiques et médiévales.

Typologie des vestiges	Paléo.	Néo.	Age du Bronze	Age du Fer	Antiquité	Moyen-âge	Epoq. Mod./Cont.	Indét.	Total
Occupations	21	55	23	27	155	96	25	15	417
Funéraire	0	1	2	18	24	67	4	5	121
Monument culturel	0	0	0	0	2	100	20	3	125
Mobiliers	2	2	9	10	49	14	4	3	93
Indéterminé	9	4	6	6	14	6	2	5	52

Tableau 13 : Répartition typologique des vestiges par périodes chronoculturelles

Les premières observations chronoculturelles permettent donc de dégager plusieurs informations sur les modalités de répartition des vestiges dans la zone d'étude. Les périodes antique et médiévale offrent le plus grand nombre de gisements, avec près de quatre fois plus de sites que les premiers suivants. Ils sont majoritairement localisés sur la basse terrasse dès le Néolithique et jusqu'aux périodes modernes. Enfin, les sites témoignant d'une installation plus ou moins longue sont dominants, tandis que les premiers monuments culturels datent de l'Antiquité dans ce tronçon de la vallée de la Garonne.

3.2.2.2. Le Paléolithique

Si le paléolithique est hors du champ chronologique de cette analyse, il paraît intéressant de mettre en perspective les occupations de la préhistoire ancienne. La Carte Archéologique et les travaux récents (Bruxelles *et al.* 2003, Bruxelles et Jarry 2011, Jarry 2011) ont permis de recenser 32 sites² dans la zone d'étude pour l'ensemble du Paléolithique. La vallée de la Garonne est un espace occupé dès la phase ancienne, au cours de laquelle la plaine alluviale actuelle n'est pas encore dans son état actuel de creusement. Les terrasses alluviales les plus anciennes constituent le lieu d'occupation privilégié de ces populations entre Toulouse et Moissac (figure 33 et tableau n°14). Il n'existe cependant pas à l'heure actuelle de chronologie absolue de ces formations. La question de l'absence du Paléolithique supérieur dans la vallée de la Garonne reste en suspens à la lecture des données archéologiques. Cinq sites sont référencés dans la base de données, sans aucune information supplémentaire sur le contexte ou la nature du site. Parallèlement, les auteurs (Bruxelles *et al.* 2003, Bruxelles et Jarry 2011, Jarry 2011) ne font mention d'aucun vestige de la phase supérieure, au terme de nombreuses prospections sur les terrasses de la Moyenne Garonne. C'est cette hypothèse que nous avons privilégié.

² Dans un souci d'uniformisation lexicale, nous désignerons sous les termes *site* et *gisement* l'ensemble des vestiges découverts, de l'occupation structurée à la simple identification de mobilier épars, comme nous l'avons évoqué dans le chapitre 2

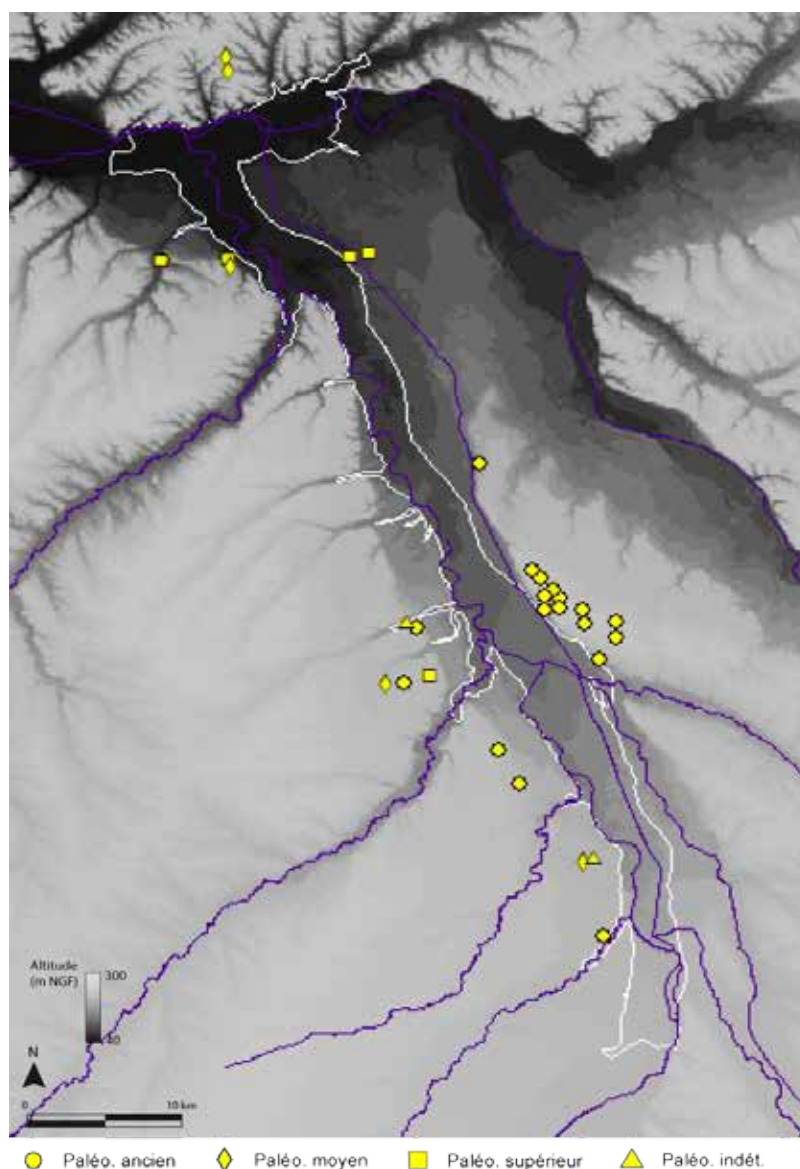


Figure 33 : Localisation des sites archéologiques du Paléolithique

Chronologie	Plaine alluviale	Formations éoliennes	Basse terrasse	Moy. Ter./Molasse	Total
Paléolithique ancien	0	0	1	19	20
Paléolithique moyen	0	0	1	4	5
Paléolithique supérieur	0	0	2	3	5
Paléolithique indéterminé	0	0	2	0	2
Total	0	0	6	26	32

Tableau 14 : Répartition géomorphologique des vestiges paléolithiques

3.2.2.2.1. Le Paléolithique inférieur

En Europe de l'Ouest, le Paléolithique inférieur observe une chronologie longue, entre 800 000 et 200 000 ans B.P. (Otte 1996, Bordes 2002, Leroi-Gourhan 2005). Les plus anciens indices, datés

d'environ 800 000 ans³, ont été découverts en Espagne (Bermúdez de Castro *et al.* 2008, Carbonell *et al.* 2008, Falguères *et al.* 1999, Rosas 1997). En France, les plus anciens vestiges sont de chronologie similaire (Otte 1996, Mohen et Taboren 2009) et localisés dans le sud de la France. Dans la Moyenne vallée de la Garonne, les sites reposent sur les plus anciennes formations alluviales et présentent une grande variabilité typologique.

En aval de Toulouse, la haute terrasse de la Garonne est décrite par L. Méroc comme un immense gisement quasi continu des Pyrénées à Castelsarrasin (Lumley 1976). Sans atteindre la haute terrasse, la localisation privilégiée des gisements sur les formations pléistocènes est illustrée dans la zone d'étude par la représentation cartographique. Vingt sites ont été attribués à la phase ancienne du Paléolithique et sont concentrés sur la moyenne terrasse et en rive droite dans l'aire de confluence Hers/Garonne, sur les communes de Castelnau-d'Estrétefonds et Pompignan. Cette zone d'affluence est directement issue des grandes campagnes de prospection systématique des terrasses au milieu des années 1990, alimentant les données du Paléolithique inférieur et moyen (Bruxelles *et al.* 2003), ainsi que des découvertes liées à l'aménagement de la Z.A.C. *Eurocentre*. A la lecture du schéma d'occupation, Bruxelles *et alii* (2003) ont avancé l'hypothèse d'une occupation préférentielle des rebords des basses et moyennes terrasses ainsi que des bords d'entailles internes de la moyenne terrasse. Ne nous pouvons confirmer cette théorie devant la faiblesse du corpus dont nous disposons. La culture matérielle locale a toutefois pu être définie à partir de gisements externes à la zone d'étude, en l'absence de précision sur la nature des sites inventoriés ici.

Trois ensembles typologiques distincts ont été identifiés par J. Jaubert parmi les vestiges du toulousain : l'Acheuléen de la Garonne, l'Acheuléen du Tarn-Agout sur les terrasses des rives gauches, et enfin des séries typiques des formations de l'Hers (Jaubert 2002). Seul le premier a été observé dans la présente zone étudiée, sur la moyenne terrasse. Inégalement prospectée, elle a fourni des stations à effectifs variables (Géry, Castelcaillou, Le Nan...) dont seule Le Nan a été décomptée (Tavoso 1986, Millet 2001). Les travaux postérieurs de Jaubert et Serval (1996) et de Jaubert (2002) ont caractérisé l'Acheuléen de la Garonne par un « ... *débitage discoïde et sur enclume, de nombreux coups de poing, bifaces, unifaces..., outils façonnés sur éclat – hachereaux – ou sur galet présentant des plans de symétrie bilatéral et bifacial...* » (Jaubert 2002, p.48). Ces outils sont assez semblables aux séries tarnaises jusqu'à la confluence avec la Garonne, mais obtenus sur nucléus de quartzite pyrénéen présents dans les alluvions sous-jacentes à la moyenne terrasse, donc postérieure à la formation de celle-ci (Millet 2001). Quelques pièces isolées ont également été observées sur la haute terrasse, suggérant un Acheuléen plus ancien, notamment les deux pièces roulées découvertes lors des travaux de construction de la Z.A.C. Aéroconstellation à Blagnac (Colonge 2001). Abandonnées au sein de dépôts très grossiers d'origine fluviale, elles pourraient être contemporaines de l'accumulation de la matrice graveleuse durant le Riss.

3.2.2.2.2. Le Paléolithique moyen

A la fin du dernier Interglaciaire, aux alentours de 200 000 BP dans le Sud-Ouest (Jaubert et Bismuth 1996, Leroi-Gourhan 2005), la transition vers le Paléolithique moyen est marquée par la culture récente de l'Acheuléen pendant 100 000 ans puis par le Moustérien jusque vers 35 000 BP (Jaubert et Bismuth 1996, Otte 1996, Renault-Miskovsky et Kaniewsky 2005, Leroi-Gourhan 2005). Malgré une longue séquence chronologique, moins d'une demi-douzaine de sites ont été recensés sur la zone d'étude (tableau n°14).

³ Datation obtenue grâce aux méthodes U-series (Ivanovich et Harmon 1992, cité par Falguères *et al.* 1999, p.344) et ESR (Grün 1989, Ikeya 1993, Rink 1997, cité par Falguères *et al.* 1999, p.344)

Dans la vallée de la Garonne, les auteurs s'accordent sur la rareté des vestiges du Paléolithique moyen, contrairement à la vallée voisine du Tarn (Tavoso 1976, Fau 2003). Sur la zone d'étude, seulement cinq gisements sont attribués au Paléolithique moyen : Z.A.C. Aéroconstellation à Blagnac, Moundanel II à Grenade, Bourthoumieux à Castelferrus et enfin Les Dupines et Marot Sud à Moissac. Seuls les sites de Blagnac offrent un aperçu des assemblages lithiques acheuléens, inégalement répartis en 1012 pièces sur six sites : Ganellou (Marsac 2001, Toledo i Mur 2002), Cassagna 1 (Lacombe 2002, Pons et Lacombe 2001), 2 (Pons et Lacombe 2001, Tcheremissinoff *et al.* 2002), 3 (Pons et Lacombe 2001, Pons et Lagarrigue 2002) et Rapside 1 (Cavalin 2001, Sireix 2002), 2 (Jarry et Colonge 2001, Colonge *et al.* 2002). Ces sites livrent des séries globalement homogènes typologiquement et classiques de l'Acheuléen supérieur à l'éolisation relativement marquée. Quelques vestiges lithiques épars, notamment à Grenade, ont également été référencés : éclats retouchés, blocs à retouches bifaciales partielles, mis au jour lors de la construction du centre de transfert Harnail-Brouzac et vraisemblablement datés du Paléolithique moyen et/ou du Paléolithique inférieur. Mais aucune typologie moustérienne n'a encore été définie dans la plaine garonnaise moyenne. La représentation cartographique des gisements montre une forte dispersion, avec seulement un sur la basse terrasse à Blagnac. Ce schéma ne doit pas, à l'instar de celui de la phase ancienne, être envisagé comme exhaustif sur l'ensemble de la zone d'étude, mais plutôt comme une cartographie des secteurs de recherche. Ces derniers sont similaires pour les deux premières séquences du Paléolithique. La différence significative du nombre de gisements ouvre deux hypothèses : une réduction de la démographie ou un déplacement des populations dans d'autres vallées ou à plus hautes altitudes dans la vallée garonnaise. Si la documentation acquise ne permet pas de trancher, l'occupation stable des vallées annexes corroborerait plutôt la seconde.

En conclusion, les données du Paléolithique montrent une occupation de la vallée très ancienne mais chronologiquement encore imprécise. L'influence méditerranéenne est bien marquée, associée quelques variantes locales industrielles. L'influence espagnole est quasi-inexistante dans cette région, contrairement au domaine pyrénéen. La vallée garonnaise apparaît donc comme un lieu de passage précoce entre les Pyrénées et la Dordogne, très prisées des populations paléolithiques. En revanche, leur installation définitive dans ce paysage fluvial reste incertaine en l'absence d'éléments plus probants.

3.2.2.3. Le Néolithique

Dès X^e millénaire B.C.⁴ au Proche-Orient est amorcée la « révolution » néolithique⁵, qui se diffuse en Europe par le couloir méditerranéen et plus tardivement par la grande plaine du nord reliant la Russie au nord de la France (Guilaine 2003, Mohen 2006). La France méditerranéenne en perçoit les prémices vers 6 000 av. J.-C., à la faveur de la remontée marine (Turney et Brown 2007). On assiste alors à « *la diversification sociale et économique, fondée sur l'apparition de situations exceptionnelles (tombes hiérarchisées et monumentales, biens de prestiges...), la spécialisation des sites, les progrès techniques et l'intensification de la présence humaine...* » (Beeching *et al.* 2000, p. 59), sous influence

⁴ Par commodité et dans la mesure du possible, nous exprimerons désormais les dates en B.C

⁵ Expression employée au XIX^e siècle par E. Cartailhac avant d'être reprise au début du XX^e par V. Gordon Childe, symbolisant les profonds changements sociétaux, symboliques et économiques du Néolithique. Ce n'est qu'avec le recul et les progrès de l'archéologie que cette révolution a pris tout son sens, les mutations sociales, symboliques et économiques étant plus progressives que le terme le laisse à penser (Guilaine 2003, Cauve *et al.* 2007)

du Cardial, Épicardial⁶ et enfin du Chasséen. Cependant, comme le souligne J. Guilaine, « ... *on ne saurait réduire le Néolithique à une sorte d'avancée économique. C'est plutôt un système intégré, à plusieurs facettes, dont les moteurs sociaux et idéologiques ne sont pas moindres et expliquent, sans doute, le succès* » (Guilaine 2003, p. 48). Dans la Moyenne Garonne, le Néolithique reste mal représenté et ses différentes séquences chronologiques offrent un schéma inégal de l'occupation tant géomorphologiquement que culturellement (figure 34).

Les 61 sites archéologiques référencés (8% du total des gisements) couvrent l'intégralité des unités morphologiques de la vallée malgré de fortes disparités (tableau n°15). La basse terrasse a livré près de 55,7% des sites, contre seulement 3,3 et 14,8% pour respectivement les formations éoliennes et la moyenne terrasse. La plaine alluviale montre une occupation encore modeste avec 26,2% des sites, dont la quasi-totalité se situe dans le secteur de la confluence Hers-Garonne. Ce dernier secteur abrite plus de 39% des gisements (24 sites) suite aux multiples opérations d'archéologie préventive, tandis que la représentativité plus élevée des communes de Blagnac-Beauzelle répond au même biais de connaissance.

Chronologie	Plaine alluviale	Formations éoliennes	Basse terrasse	Moy. Ter./Molasse	Total
Néolithique ancien	0	0	0	0	0
Néolithique moyen	0	2	8	2	12
Néolithique récent & final	5	0	4	2	11
Néolithique indéterminé	11	0	21	6	38
Total	16	2	33	10	61

Tableau 15 : Répartition géomorphologique des vestiges néolithiques

⁶ Les termes Cardial et Épicardial ne font pas référence à une culture matérielle spécifique, mais à un style de décoration des poteries, obtenu grâce à l'application d'une coquille de *cardium* sur la pâte humide (Cauve *et al.* 2007). On retrouve cette caractéristique dans toute la zone méditerranéenne occidentale.

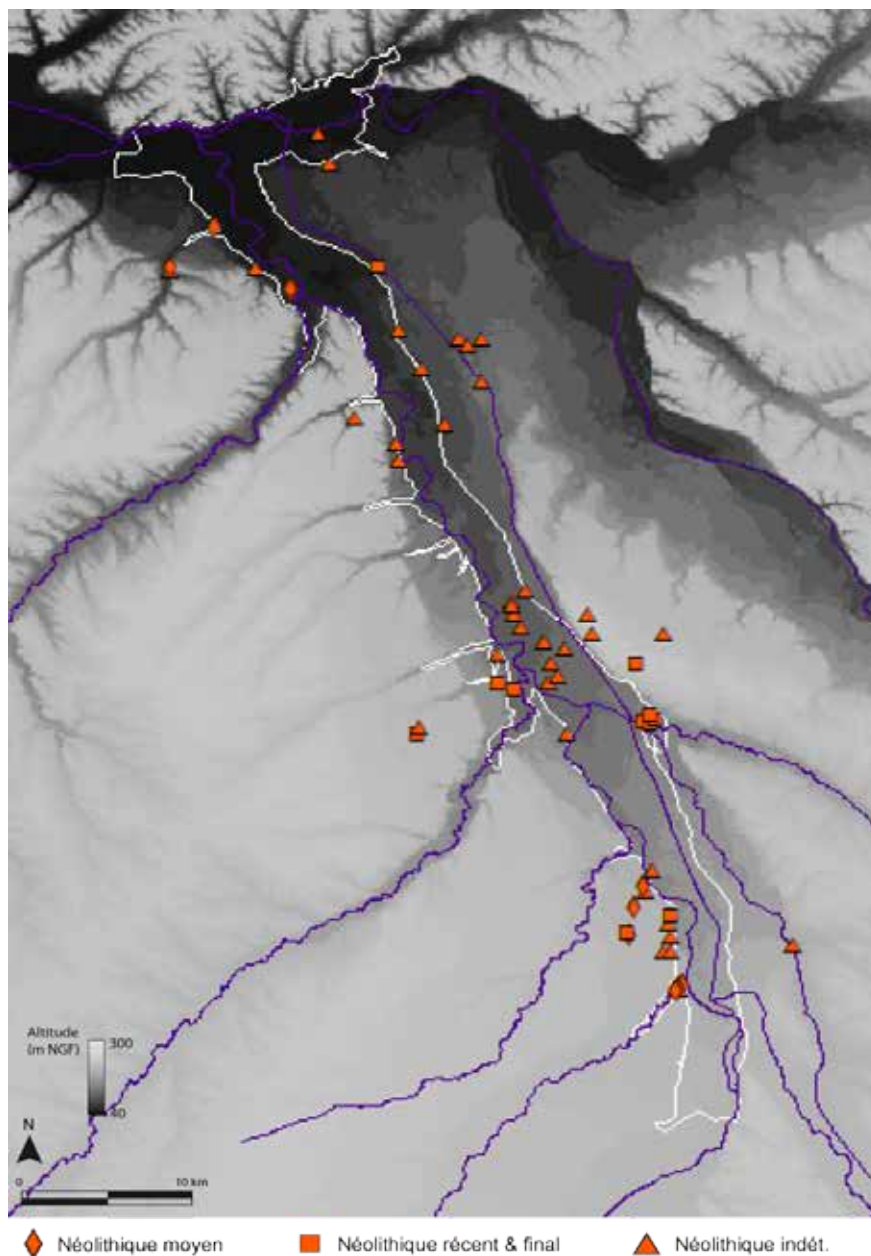


Figure 34 : Localisation des sites archéologiques du Néolithique

3.2.2.3.1. Le Néolithique ancien

Dès le VI^e millénaire av. J.-C., le Languedoc fait l'objet d'une activité agro-pastorale importante qui s'étendra aux Pyrénées et au Quercy au cours du V^e millénaire av. J.-C. (Galop 2000, Vaquer 2002, Galop et Vaquer 2004). Dans la région de l'Aragon, des contacts entre populations épipaléolithique et néolithique ont été datés entre 5800 et 5600 cal. BC (Gardes et Rodanes Vicente 2000), tandis que le Cardial nord-espagnol est globalement compris entre 5500 et 5100 cal BC d'après la synthèse des dates 14C (Morales Hidalgo *et al.* 2010). Au carrefour de ces deux régions, la zone d'étude est totalement vierge de gisements du Néolithique ancien. Ce phénomène est perceptible à l'échelle de l'Aquitaine, où le déficit important de données ne permet pas d'identifier les processus de néolithisation entre le nord-est de l'Espagne, le Quercy et le Languedoc occidental (Marchand 2003, Marchand et Manen 2006). La persistance de groupes culturels mésolithique au milieu du VI^e millénaire av. J.-C. pourrait justifier cette pénurie de sites néolithiques au profit des populations

nomades, à la fois dans la zone méditerranéenne (Binder et Guilaine 1998) mais également sur la façade ouest (Gardes et Rodanes Vicente 2000, Marchand 2000, 2003, 2005, Tresset 2002, Marchand et Manen 2006). Cependant, au travers d'exemples à basse résolution spatiale émergent des perspectives de réflexion sur les modalités de diffusion de la culture néolithique.

Les groupes mésolithiques tardifs, de culture Gazel-Cuzoul (Barbaza *et al.* 1984), sont peu référencés dans le Sud-Ouest, hormis de rares sites en périphérie (Barbaza 1989, Fourment 2002, Thévenin 2003, Valdeyron 1994, 2000, Marchand et Manen 2006), tandis que les premières populations néolithiques sont également peu documentées dans le même secteur (Marchand et Manen 2006) et en particulier sur la zone d'étude (Vaquer 1990, 2002). L'influence des populations mésolithiques tardives sur la néolithisation et sur l'absence de sites du Néolithique ancien n'est pas établie à l'heure actuelle, mais ces communautés ne semblent pas avoir été un retardateur de la néolithisation. Leur impact réciproque sur les dynamiques culturelles et sociétales est perceptible sur la façade atlantique dès le VI^e millénaire BC (Marchand et Manen 2006). Par exemple, les travaux menés sur le Mésolithique final en Bretagne démontrent des contacts entre groupes mésolithiques et néolithiques stables (Tresset 2002, Marchand 2005). A grande échelle, les mutations grandissantes vers l'Ouest de la chaîne opératoire lithique mésolithique et du Cardial néolithique, ainsi que la présence d'outils typiquement néolithique (flèche de Montclus) en contextes mésolithiques attestent d'échanges prolongés, tandis que les limites de ces interactions sont marquées par l'absence d'indices de domestication dans les gisements mésolithiques (Marchand et Manen 2006). L'absence de données dans la Moyenne vallée de la Garonne ne permet pas de définir l'existence et/ou le degré d'interactions entre les deux civilisations. Malgré une localisation stratégique, ce secteur ne présente aucune trace d'anthropisation au Mésolithique et au Néolithique ancien, d'un point de vue archéologique mais également environnemental, avec l'absence de taxons anthropiques dans la séquence pollinique obtenue à Saint-Porquier.

Les travaux de Marchand et Manen (2006) apportent cependant un nouvel éclairage à la néolithisation du Sud-Ouest, notamment par la représentation graphique des sites méso- et néolithiques, corroborant l'absence de gisement dans le secteur d'étude. En l'état des connaissances, un grand vide scientifique s'étend d'est en ouest entre l'Aude et la côte atlantique, et du sud au nord entre les Pyrénées et le Lot. En périphérie de cette zone vide, une série de sites cardiaux/épicaux s'étend sur l'Ariège, l'Aude et l'Aveyron, formant un arc-de-cercle reliant les Pyrénées au Quercy, puis aux sites à caractéristiques atlantiques de la Dordogne, la Gironde et plus au nord la Charente-Maritime. Sur la façade atlantique, aucun site néolithique n'est référencé entre le sud du Pays Basque et le bassin d'Arcachon. Au centre de ce secteur, la vallée de la Garonne apparaît comme une voie de communication privilégiée qui, associée à la vallée de l'Ebre et aux Pyrénées, permettrait de relier culturellement la Méditerranée à l'Atlantique et ce, du Portugal à la Bretagne. A ce scénario se heurte l'absence de témoignages d'occupation, ou à minima de passage, dans la vallée de la Garonne, ainsi que la présence en Pays Basque espagnol de coquillage typiquement méditerranéen (*Columbella Rustica*). Il convient donc de redéfinir les axes de circulation et d'influence au cours du Mésolithique et du Néolithique ancien. Le rôle de l'Ebre dans la néolithisation du Sud-Ouest est encore mal défini, bien que des armatures du Betey, d'origine ibérique, ont été découvertes en Gironde et dans le Lot. Son influence dans la diffusion de la *Columbella Rustica* vers la façade atlantique en revanche plus marquée. La chaîne pyrénéenne semble également contribuer à l'expansion atlantique du coquillage méditerranéen, mais ne montre aucun contact entre sites du Néolithique Ancien Centre Atlantique (NACA) et à faciès cardial/épicaux. Sur la façade atlantique entre l'Espagne et la Gironde, une néolithisation d'origine maritime peut être envisagée, à l'instar des phénomènes identifiés au Portugal et au sud de l'Espagne (Marchand 2003), ce qui corroborerait la restriction géographique des sites typiquement atlantiques à la façade océanique. L'influence

cardiale est cependant assez importante pour envisager un processus plus complexe. Une diffusion à partir des côtes méditerranéennes vers la façade Ouest par l'extrémité sud du Massif Central (Montagne Noire, Causses aveyronnaises) est une hypothèse cohérente d'après la cartographie des gisements et l'absence de sites dans la vallée garonnaise. Cet axe contribuerait à la diffusion des caractéristiques cardiales identifiées dans les gisements atlantiques au départ de la côte méditerranéenne, favorisant les mutations au gré des acculturations. Cette théorie est corroborée par l'identification d'un style Péricardial ou « Rocadourien » sur le site de Jean Cros dans les Corbières de l'Aude et interprété comme un faciès de transition entre Méditerranée et Atlantique (Marchand et Manen 2006). Peu fiable typologiquement, il est défini par un style céramique appauvri et peu décoré sans système technique spécifique, favorisant son attribution trop rapide aux sites présentant un Cardial dérivé et donc une aire d'influence cardiale surreprésentée vers l'ouest. Le Rocadourien est en revanche bien implanté dans l'Agenais et le Périgord dans sa phase précoce (Daugas et Raynal 1989). Le passage par la façade Est puis Nord du Sud-Ouest de la France par la néolithisation justifierait l'absence de gisements néolithiques entre l'Aude et la côte Atlantique, *in extenso* dans la vallée de la Garonne. Cet axe de circulation pourrait être hérité de corridors migratoires plus anciens, en réponse au contournement de la chaîne pyrénéenne pour les flux en provenance de l'Espagne. Pour autant, l'hypothèse d'une occupation diffuse et/ou ponctuelle dans la Moyenne Garonne au Néolithique ancien n'est pas à exclure, et pourrait alors s'insérer entre 5900-5500 ca BC (Cardial méditerranéen) et 5600-4900 cal BC (Néolithique Ancien Centre Atlantique) (Marchand 2005, Marchand et Manen 2006).

3.2.2.3.2. Le Néolithique moyen

Au Néolithique moyen (4 500-3500 av. J.-C.), la culture chasséenne du sud de la France est marquée par l'essor du pastoralisme (Delhon *et al.* 2009). Dans la zone d'étude, L. Méroc et G. Simonnet ont identifié une culture chasséenne au style endémique (Méroci et Simonnet 1970), précisée ultérieurement par J. Vaquer (Vaquer 1990, Beyneix 1998). Une quarantaine de datations au ¹⁴C, obtenues sur différentes fouilles de la vallée (Vaquer 1990), ont permis de caler le Chasséen garonnais entre 4550-3450 cal. B.C. La basse terrasse constitue l'unité d'occupation privilégiée.

Dès la phase ancienne du Néolithique, à l'échelle du Sud de la France, l'apparition simultanée de l'agriculture et de l'élevage entraîne « ... la formation progressive [...] d'une économie mixte dite agropastorale, encore tempérée par une prédation d'appoint, mais déjà bien enracinée, et connaissant au Néolithique moyen une accélération notoire qui ne cessera plus en dépit d'adaptations de circonstance » (Beeching *et al.* 2000). Cette nouvelle économie est portée par une forte expansion démographique sur l'ensemble du territoire méridional de la France, ainsi que le développement d'un important réseau d'échange (Vaquer 1991, Beeching *et al.* 2000, Brossier et Marlière 2000, Gaillard 2000). Le constat est similaire dans le nord-est de l'Espagne (Martín Colliga et Villalba Ibañez 1994). Dans la zone d'étude, douze gisements démontrent de la variabilité des occupations, et du dynamisme important de la culture chasséenne développée dans le Midi méditerranéen (Vaquer 2002). La représentation cartographique des vestiges (figure) montre une occupation distendue sur l'ensemble du linéaire, malgré des secteurs à l'histoire archéologique aujourd'hui bien connue, notamment Toulouse et la confluence Hers/Garonne. La basse terrasse est une nouvelle fois le support privilégié des gisements de la phase moyenne, très faiblement associée aux formations éoliennes et à la moyenne terrasse. En l'absence de sites dans la plaine alluviale, deux hypothèses peuvent être formulées. Premièrement, le vide de la phase ancienne est susceptible de n'être couvert que très tardivement dans la phase moyenne, avec une faible densité générale d'occupation et peut-être une installation préférentielle sur la basse terrasse. A cela pourraient

également s'ajouter des perturbations taphonomiques post-abandon importantes dans la plaine alluviale, rendant l'identification de vestiges du Néolithique moyen rarissime voire impossible.

Trois importantes occupations du Néolithique moyen sont réparties tout au long du linéaire, à Saint-Michel-du-Touch, Château-Percin et Saint-Genès, la plus septentrionale du Chasséen garonnais (Beyneix et Humbert 1999). Ils ont livré une grande quantité de structures « marqueuses » de ce chasséen garonnais (Vaquer 1991, 2002, Beyneix 1998, Lemerrier 2006) : des fosses ou cuvettes de taille plutôt réduite et de forme variable à galets chauffés et parfois associées à des trous de poteau et d'autres fosses à mobilier non systématique (Clottes 1976, Abila et Peyre 1991, Ranché *et al.* 2006). A Saint-Genès, le site est délimité par un vaste réseau fossoyé endémique au Toulousain (Labrousse 1964, Beyneix 1998, Beyneix et Humbert 1999, Colin 2002, Ranché *et al.* 2006, Mavéraud-Tardiveau 2007). Les pratiques funéraires locales livrent des inhumations en fosse dont le coffrage semble récurrent. Mais à l'instar de ce qui a été observé dans le reste du Midi (Beeching *et al.* 2000, Beyneix 2003), aucune organisation n'est décelée dans l'emplacement des sépultures et le terme « nécropole » ne peut être proposé à ces regroupements funéraires. Le mobilier céramique présente les marqueurs typiques du chasséen méditerranéen, avec des formes directement héritées du corpus languedocien voire rhodanien (François et Vaquer 2000). Le reste du mobilier présente une grande variété de formes et de supports exogènes, malgré un approvisionnement local constant (Simonnet 1976b, François et Vaquer 2000, Beyneix 2003, Perrin *et al.* 2006), ce qui démontre un important réseau d'échange entre les différentes régions, vers l'est jusqu'aux Bouches-du-Rhône et vers l'ouest jusqu'à la Charente (Perrin *et al.* 2006, Gandelin *et al.* 2006). Si les influences orientales sont largement dominantes, il n'en émerge pas moins un faciès typiquement toulousain à la lecture de ces trois gisements.

Au sud de la zone de travail, le site de Villeneuve-Tolosane/Cugnau constitue également un témoignage de premier plan dans l'édification d'un chasséen garonnais, comme le souligne déjà Vaquer au début des années 1990 (Vaquer 1991). L'outillage connaît ici une spécialisation non identifiée sur les trois sites en aval, avec une adaptation des formes au bétail (Brossier et Marlière 2000, Gaillard 2000), dont les bovins constituent l'espèce privilégiée. Ces particularités locales se retrouvent également dans le corpus céramique, avec la découverte de faciès décoratif issus du style de Bougon (Mohen 1991), rattaché au Centre-ouest, et de nombreux vases carénés à fins décors linéaires ou en chevrons, à l'instar de ce qui a été mis au jour sur les sites de la zone d'étude. A plus grande échelle, les faciès décoratifs du Toulousain ont également été repérés dans le Quercy et les Causses (Clottes et Giraud 1991), notamment les décors cannelés. Ces typologies sont également largement répandues à l'ouest de la Garonne. La « micro-culture » du Toulousain fait en effet parti d'un grand ensemble (Vaquer 1991), qui s'étend entre l'Hérault, le Tarn et les Pyrénées, ce qui correspond *grosso modo* au Languedoc occidental. Ce territoire présente des caractéristiques d'anthropisation similaires : une sous-représentation des sites funéraires, une densité croissante d'occupation, peu de sites de taille moyenne (entre 3 et 5ha), et l'abondance de structures de combustion, notamment à galets chauffés dans la vallée de la Garonne. Le corpus céramique privilégié passe de vases globuleux à bandeau lisse au Chasséen ancien aux coupes à sillon ou écuellées carénées et enfin aux vases à cordons lisses durant la phase récente. Chaque région présente ensuite des particularismes locaux, qui se retrouvent également dans les assemblages et la typologie de l'outillage.

La vallée de la Garonne semble donc représenter à cette période une aire de transition entre l'est et l'ouest, le Languedoc et le Quercy. Le Chasséen constitue à l'échelle méridionale une culture uniforme, localement adapté aux besoins selon le contexte environnemental et sociétal. La vallée de la Garonne s'avère particulièrement inventive et originale dans cette démarche. Ces particularismes persistent durant la phase récente avec l'apparition de la culture Véraza endémique.

3.2.2.3.3. Le Néolithique récent et final

Dans le sud de la France, l'unité culturelle chasséenne du Néolithique moyen éclate dans la phase finale en de multiples faciès régionaux à forte identité culturelle (Lemerrier 2006). A l'Ouest du Languedoc et jusqu'en Haute-Garonne et en Catalogne, il évolue vers le faciès Véraza, défini par J. Guilaine (Guilaine et Rigaud 1968, Guilaine 1980), aux alentours de 3000 BC (Lemerrier 2006). Cette culture persiste très localement jusqu'au Bronze ancien, tandis que le Campaniforme se diffuse progressivement sur le pourtour méditerranéen dès 2500 BC. Au carrefour de ces différentes cultures, dont l'aire géographique et chronologique n'est pas encore bien définie, la vallée de la Garonne montre une occupation faible et concentrée.

Le Néolithique récent/final est particulièrement complexe à définir culturellement. Les traditions chasséennes perdurent localement dans un contexte vérazien régional, avant la diffusion du Campaniforme à l'extrême fin du Néolithique. Sur la zone d'étude, les onze sites sont plutôt concentrés dans la section amont de la zone d'étude, suite aux travaux des Z.A.C. *Eurocentre* (Castelnau-d'Estrétefonds) et *Andromède-Aéroconstellation* (Beauzelle-Blagnac). La première a favorisé les découvertes dans la plaine alluviale, avec 5 gisements contre 4 sur la basse terrasse suite aux travaux de la seconde. Quelques stations sont disséminées dans le reste de la vallée, sur la moyenne terrasse. Le secteur de Toulouse ne présente pas d'occupation pour cette période, malgré des témoignages de premier ordre du Néolithique moyen à Saint-Michel-du-Touch et un espace largement aménagé. La faible densité d'occupation dans la zone d'étude ne corrobore pas les prévisions de J. Vaquer (2002), estimant alors « ... *plus d'une centaine de sites du bassin supérieur de la Garonne répartis entre Saint-Gaudens et Montech, ce qui prouve l'intensité du peuplement imputable à ce faciès garonnais du Vérazien* » (Vaquer 2002, p. 59). Avec une densité de seulement 0,02 site/km², il semble nécessaire de revoir les limites géographiques de l'intensité du peuplement du Néolithique récent & final ou de préciser la notion même d' « *intensité du peuplement* ».

La tradition chasséenne de fosses à galets chauffés, et à niveau charbonneux perdure sur les sites de Ferradou, malgré un faciès vérazien (Pons 2006), Cassagna 1 (Pons et Lacombe 2001a, Lacombe 2002) et 2 (Pons et Lacombe 2001b, Tcheremissinoff *et al.* 2002), Lagoutoul (Salmon et Arnoult 2005) et l'ensemble de Fontréal (Barbier *et al.* 1995, Barbier 2002, Pons *et al.* 2004). Cependant, les disparités d'influences apparaissent sur les différents sites. A Fontréal, le mobilier céramique est riche et varié, avec des formes simples, à l'instar de l'industrie lithique issue de matières premières locales (Pons *et al.* 2004). Ces découvertes sont similaires aux artefacts mis au jour à Villeneuve-Tolosane (Vaquer 2002), au sud de Toulouse, qui datent une occupation du Vérazien classique, entre 2900/2800 et 2500 BC. Sur le site de Cassagna 1, l'occupation présente un caractère indigène particulièrement marqué, avec l'émergence d'un faciès culturel régional à mouvance vérazienne du Languedoc occidental sans y être directement affilié est envisagé (Lacombe 2002). A Cassagna 2, la distribution du mobilier a permis d'attribuer le site au Campaniforme pyrénéen, soit entre le 23^{ème} et le 21^{ème} siècle et dont le style est à rapprocher du site de Muret ou du Campaniforme du sud-est (Tcheremissinoff *et al.* 2002). Globalement, l'attribution chronologique reste complexe dans la vallée de la Garonne, où « ... *les occupations du Chalcolithique et du début de l'Âge du Bronze s'y manifestent par des lambeaux de sol d'habitat, une possible tranchée de fondation de mur en matériaux périssables (bois ou terre) et de nombreuses structures de combustion remplies de galets chauffés...* » (Vaquer 2002, p. 61).

Pour conclure sur le Néolithique, la phase ancienne est totalement inconnue dans cette partie de la vallée, à l'instar du reste de l'Aquitaine, probablement sous l'effet conjoint d'une carence de découvertes et une présence tardive de populations mésolithiques. L'apparition brutale de vastes espaces à occupation structurée au Néolithique moyen nous donne la mesure du hiatus de la période

précédente. Au Néolithique récent et final, le développement de la culture vérazienne favorise l'apparition d'un mobilier diversifié et en partie endémique, associé à des objets issus de faciès culturels plus éloignés, démontrant de vastes réseaux d'échanges entre les populations du pourtour méditerranéen. Les découvertes sont en majorité localisées sur la basse terrasse, suivie par la plaine alluviale qui compte tout de même deux fois moins de références. Les travaux d'aménagement récents ont très largement contribué au schéma d'occupation néolithique actuel, matérialisé par deux zones de forte concentration au sud et au centre de la zone d'étude.

3.2.2.4. L'Âge du Bronze

Après une longue tradition de façonnage de la pierre et l'apparition de la métallurgie à la fin du Néolithique, l'Âge du Bronze devient un « ... monde [...] connu par des sources écrites, marqué par l'émergence de l'État et d'une civilisation urbaine » (Lehoërff 2011, p.13). La métallurgie se développe dans la société, et introduit la notion de hiérarchie sociale en créant des biens de prestige. Les variations climatiques vont perturber les schémas d'occupation à l'échelle européenne jusqu'au début de l'Âge du Fer (Magny 1992, Bravard *et al.* 1992, Brown 1997, Berger 2003, Salvador *et al.* 2009). Dans la vallée de la Garonne, les données montrent essentiellement des gisements du Bronze ancien et final (figure 35), voire de l'extrême fin du Bronze final, phénomène relativement commun à l'ensemble du sud de la France (Janin 2001, Pons et Lagarrigue 2003, Galop *et al.* 2007). L'âge du Bronze globalement mal représenté, avec seulement 36 sites (4,7%). La confluence de l'Hers apparaît une fois encore comme un secteur mieux représenté, avec un tiers des gisements (11 sites). Ces occupations sont majoritairement localisées sur la basse terrasse et la plaine alluviale (tableau n°16), à parts quasiment égales, et représentant près de 84% du total des sites du Bronze. Dans la plaine alluviale, plusieurs sites montrent une occupation pérenne, contrairement au Néolithique où aucune installation à long terme n'a été confirmée. Cet espace n'est donc pas limité aux activités agricoles et/ou vivrières.

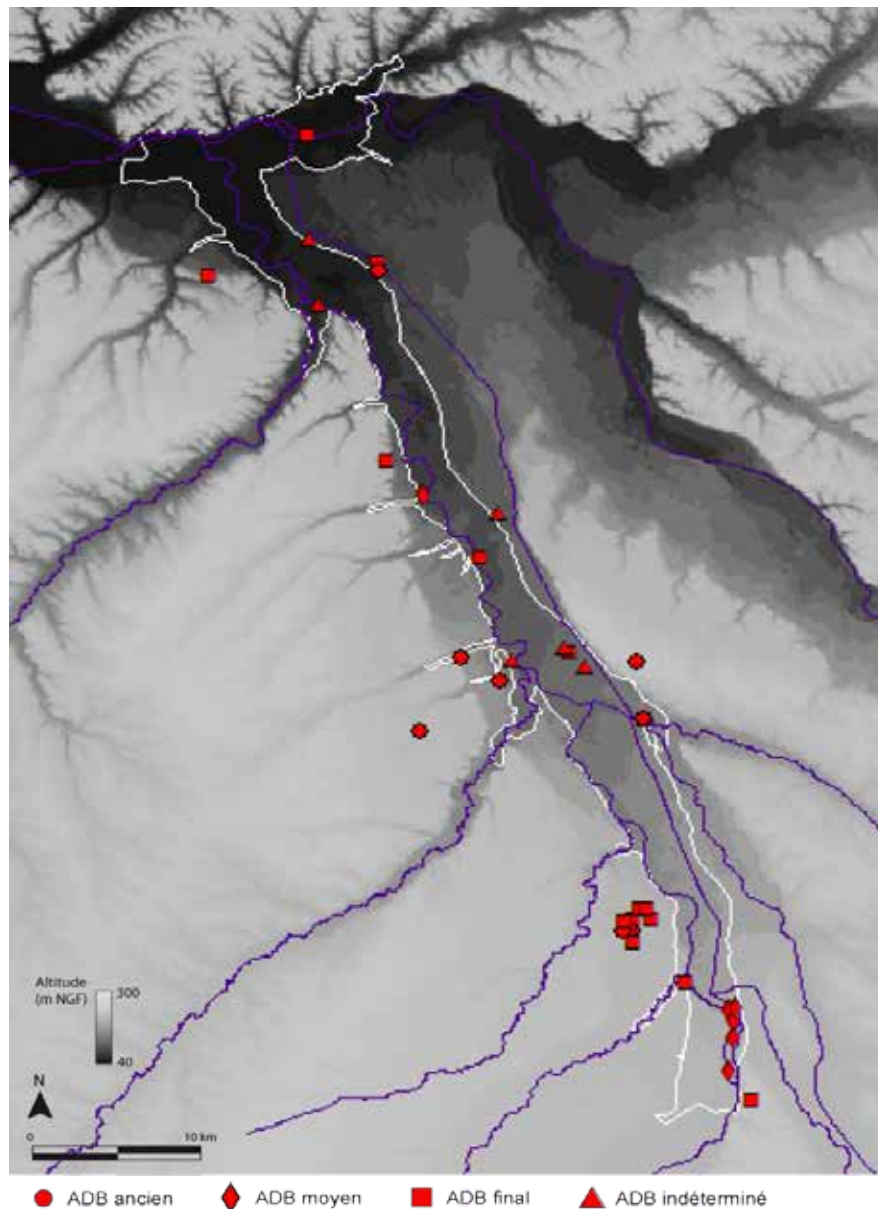


Figure 35 : Localisation des sites archéologiques de l'Âge du Bronze

Chronologie	Plaine alluviale	Formations éoliennes	Basse terrasse	Moy. Ter./Molasse	Total
Age du Bronze ancien	1	0	5	2	8
Age du Bronze moyen	5	1	0	0	6
Age du Bronze final	4	0	9	3	16
Age du Bronze indéterminé	4	0	2	0	6
Total	14	1	16	5	36

Tableau 16 : Répartition géomorphologique des vestiges de l'âge du Bronze

3.2.2.4.1. L'Âge du Bronze ancien

Au cours de l'âge du Bronze, l'occupation de la Moyenne vallée de Garonne observe une représentation variable, en partie tributaire de la variabilité des conditions climatiques. A proximité immédiate de la zone d'étude ont été découvert quelques sites intéressants, palliant à l'indigence de

la majorité des sites référencés. Ils livrent une culture matérielle métissée, en grande partie héritée de l'aire méditerranéenne et agrémentée d'apports du Castrais, du Tarnais et des Pyrénées.

L'âge du Bronze est mal représenté dans la Moyenne Garonne, avec un nombre de références inférieures de près de la moitié à celles du Néolithique. Dès le Bronze ancien, la zone d'étude présente un faible nombre d'installations, dont seule une résulte d'une nouvelle implantation dans la vallée. La quasi-totalité de ces références ne présentent aucune occupation structurée, mais des structures ponctuelles associées à un matériel peu caractérisé. Cassagna 3 est le seul gisement de la région toulousaine à livrer un substrat d'occupation exclusivement du Bronze ancien daté sur charbon à 2190-1885 cal. BC (datation Arc 2145, 3655±50 BP, Pons et Lagarrigue 2003). Le mobilier céramique montre des influences diverses, du faciès vérazien comme du groupe pyrénéen (Pons et Lagarrigue 2003). Cette variabilité typologique confirme la continuité stylistique évoquée par J. Vaquer (2002), avec des pièces hybrides issues d'influences diverses, mais témoignent également des échanges à minima régionaux, avec l'identification de grandes jarres rhodaniennes (Pons et Lagarrigue 2003).

A l'échelle du Sud-Ouest, la phase ancienne est également marquée par une diminution des sites faisant suite à une forte expansion des populations à la fin du Néolithique (Roussot-Laroque 1992, Wainwright 1994, Janin 2001, 2003, Pons et Lagarrigue 2003). Le peuplement du Sud-Ouest est plutôt connu par l'occupation de grottes ou d'abris sous roche à vocation majoritairement funéraire et les habitats de plein air sont très rares et/ou faiblement matérialisés (Pons et Lagarrigue 2003). En Aquitaine, l'absence de sites d'habitat est interprétée comme le développement de l'élevage et l'intensification des échanges entraînant une certaine mobilité de la population, traduite par une forte diffusion de la céramique en-dehors des frontières régionales (Roussot-Laroque 1992). L'analyse du mobilier céramique montre un faciès indigène dont l'héritage campaniforme est difficile à cerner. L'hypothèse de l'adoption des influences culturelles orientales par une société néolithique en déclin est privilégiée. Dans l'est et le centre des Pyrénées, le manque de sites archéologiques est pallié par des données polliniques attestant d'une phase d'expansion des activités agro-pastorales et de déforestation en montagne vers 2000 BC (Galop 1998, Galop *et al.* 2007). Ces phénomènes ont récemment été perçus jusque dans les piedmonts garonnais et dans les montagnes basques, où l'emprise chronologique du Bronze ancien a pu être définie entre 2100 et 1700 BC (Galop *et al.* 2007), en accord avec le reste du Sud-Ouest. Dans le Languedoc, les gisements sont rares et dépendantes des découvertes fortuites, notamment par l'archéologie préventive (Janin 2001, 2003). Les gisements se limitent à des dépôts mobiliers d'armes, essentiellement constitués de haches aux styles divers. Les sépultures de plaines sont encore mal comprises faute de gisement, mais tumulus et ensembles mégalithiques sont fréquents, associés aux grottes et avens. Les lieux d'habitat ne semblent pas plus communs qu'à l'Ouest, mais le style céramique permet de sous-diviser en deux parties la phase ancienne, avec la circulation de poignards et de haches durant la seconde moitié (Guilaine 1992). Le Bronze ancien est donc marqué dans l'ensemble du Sud-Ouest par une déprise pédologique des lieux d'occupation comparé au Néolithique final, tout en montrant un renforcement de l'emprise agro-pastorale sur le paysage ainsi que des échanges entre communautés. En Moyenne Garonne, l'habitat structuré du Bronze ancien s'insère bien dans le paysage culturel du Sud-Ouest, avec un faciès hybride entre les différentes influences régionales, démontrant l'importance des échanges entre populations, sur la base d'un Bronze ancien méridional (Roussot-Laroque 1992, Pons et Lagarrigue 2003). Les principales influences culturelles restent l'Artenacien à l'ouest et le groupe Véraza au sud. Ces données ne permettent pas d'envisager une mobilité accrue des populations de la Moyenne Garonne, sans que l'inverse ne puisse être également démontré. La hausse et l'impact des pratiques agro-pastorales, en nette augmentation sur l'ensemble du territoire, restent cependant incertains sur le paysage de la Moyenne Garonne en l'absence de témoignages dans la séquence

pollinique de Saint-Porquier. Chronologiquement, la seule date 14C obtenue place le Bronze ancien garonnais dans la mouvance régionale, entre 2100 BC et 1700 BC environ.

3.2.2.4.2. L'Âge du Bronze moyen

Dans le sud de la France, la phase moyenne est peu documentée (Berger 2003), en particulier dans le Sud-Ouest jusqu'au Pyrénées et dans le Toulousain (Janin 2001, Galop *et al.* 2007), en raison d'une péjoration climatique qui perturbe le signal anthropique (Magny 1992, Bravard *et al.* 1992, Brown 1997, Salvador *et al.* 2009, Berger 2011). Dans le Sud-Ouest, cette *Civilisation des Tumulus* est caractérisée par le réemploi de monuments chalcolithiques à vocation funéraire (Gomez de Soto 1995, Janin 2001, Carozza et Marcigny 2007). Les études palynologiques dans les Pyrénées démontrent une modification des pratiques agricoles avec une expansion durable des activités pastorales entre 1750-1400/1250 cal. BC (Galop *et al.* 2007).

Au Bronze moyen, les données sont encore plus indigentes que durant la phase ancienne (Wainwright 1994, Janin 2001, 2003, Guislain 1990). Six gisements sont répertoriés mais seul le gisement de Nayrolles (Mas-Grenier) pourrait correspondre à une réelle occupation, où une fosse associée à un nombre incertain d'armes en bronze fut mise au jour sur la moyenne terrasse à la limite des coteaux (Pratviel 1989). Les cinq autres gisements correspondent à des vestiges mobiliers, découverts dans le chenal de la Garonne ou à proximité immédiate et très majoritairement sur la commune de Toulouse. L'abandon de certains territoires et une déprise agropastorale est perçue en contexte alpin (Galop *et al.* 2007, Magny *et al.* 2007) et pourrait être envisagée dans la zone de travail. Il est alors nécessaire d'agrandir la fenêtre d'analyse pour envisager un modèle culturel de la Moyenne Garonne amont, d'autant plus que la coexistence durant environ 200 ans (1800-1600 BC) entre sociétés du Bronze ancien et moyen perturbe localement les signaux indigènes (Galop *et al.* 2007). Dans la Moyenne Garonne, les découvertes contemporaines concernent plutôt des dépôts d'armes isolées dans lesquels les haches et les poignards représentent l'intégralité des découvertes, également majoritaires dans le Languedoc et le Roussillon (Janin 2003). Sur l'ensemble du Sud-Ouest, les inhumations se font en grotte ou sous des ensembles mégalithiques parfois réutilisés depuis le Chalcolithique (Janin 2001). Dans le Pays Basque, la collecte sur plusieurs sites archéologiques des données polliniques indique une augmentation des activités pastorales comprise entre 1800 et 1400 BC, ponctuellement jusqu'à 1250 BC (vallée de l'Aston, sites des Laquets) mais sans organisation géographique particulière. Elle est associée à la disparition des taxons de céréales durant toute la période, au moins dans les zones les plus hautes, peu propices à l'agriculture. Dans les Pyrénées, des séries de dates radiocarbone laissent entrevoir une bipartition du Bronze moyen (Galop *et al.* 2007, Carozza et Galop 2008). La superposition des modèles établit sur le site de Llo (Pyrénées-Orientales) à l'est et dans la moitié occidentale de la chaîne montagnarde montre une phase de transition autour de 1500 BC ainsi qu'un hiatus culturel vers 1200 BC à la transition avec le Bronze final. À l'est, l'inventaire du mobilier céramique livre dans la phase récente du Bronze moyen des formes issues de la sphère italique, qui ne dépassent pas la vallée de l'Ariège. L'influence du Médocain atlantique est perceptible jusque dans le centre des Pyrénées, la haute vallée de la Garonne faisant office de zone tampon entre les deux aires culturelles. L'hypothèse d'une diffusion de ce faciès métissé par le corridor garonnais jusque dans sa section moyenne est envisagée, mais l'absence de témoignages au nord de Villeneuve-Tolosanes ne donne pas confirmation. Sur une dizaine d'hectares, ce village a livré des fosses, des silos, ainsi qu'une céramique typiquement méditerranéenne par les urnes à cordon et les mamelons digités associée à des formes d'influence atlantique comme les cruches polypodes (Vaquer 2002) ou une tasse d'affinité italique. Au nord, le Quercy est également un espace stratégique dans la diffusion et la confrontation des cultures orientale et occidentale par les Grands Causses (Thauvin-Boulet 2000). Alors que les influences méditerranéennes sont dominantes dans

la phase ancienne, les courants s'inversent au Bronze moyen. Le Quercy joue un rôle à la fois de terminus pour certains objets mais également de relai entre les deux aires culturelles, malgré un isolement accru du groupe du Noyer. Cet axe serait directement hérité des voies de communication envisagées lors de la néolithisation du Sud-Ouest (cf. §3.2.2.3.1.). La chronologie et la typologie culturelle du Bronze moyen restent donc lacunaires à l'heure actuelle, en particulier dans la Moyenne Garonne, vierge de toute occupation. Les recherches régionales ne permettent pas d'envisager une réponse de la vallée garonnaise aux modifications générales du schéma d'occupation, bien qu'une montée en altitude des habitats soit envisagée. Les causes de cette désertification anthropique sont toutefois en partie connues, conséquence d'une péjoration climatique de grande ampleur bien calée chronologiquement dans les Alpes et le Jura (Galop *et al.* 2007, Magny *et al.* 2007). Elle est marquée par un haut niveau lacustre général, correspondant à un refroidissement climatique, la multiplication d'étés frais et humide et des variations de l'activité solaire (Magny 1992, 2004, Magny *et al.* 2007).

3.2.2.4.3. L'Âge du Bronze final

Au début de la phase finale, l'amélioration climatique entraîne un recul du pastoralisme dans les Pyrénées et une période basses eaux, continue jusqu'aux débuts de l'Âge du Fer vers 810 avant J.-C et également identifiée dans les Alpes (Magny *et al.* 2007, Magny et Peyron 2008, Magny *et al.* 2009). Les débuts du Bronze final sont inconnus dans le sud-ouest, du Castrais à la chaîne pyrénéenne (Carozza 1994, Galop *et al.* 2007), avant une densification du schéma d'occupation dans les phases secondaires et surtout tertiaires.

L'assèchement des conditions environnementales (1200-810 BC) consécutif à la péjoration climatique du Bronze moyen (Magny *et al.* 2007) semble favoriser l'occupation des zones basses, et en particulier la vallée de la Moyenne Garonne. Le Bronze final correspond sur la zone d'étude à la période la mieux représentée, malgré des données dans le reste du Toulousain encore lacunaires (Lagarrigue et Pons 2008). Quelques sites offrent cependant un aperçu de la culture locale, formant une image dissymétrique de la vallée par la meilleure restitution de la rive droite (Moret *et al.* 2002). La phase I du Bronze final est inconnue dans la vallée de la Garonne, et plus largement dans le Sud-Ouest (Galop *et al.* 2007, Lagarrigue et Pons 2008).

Au Bronze final II, la continuité typologique avec la production de la phase moyenne est difficilement identifiable devant la raréfaction des sites en Moyenne Garonne (Lagarrigue et Pons 2008). Ils se présentent sous la forme de fosses isolées, associées à des vestiges mobiliers à densité variable (Marsac 2001a, Pons *et al.* 2001, 2004, 2005a, 2005b, Veyssière *et al.* 2006, Lagarrigue et Pons 2008). Un héritage du Bronze ancien local est attesté sur Cassagna 2, tandis que des similitudes avec les typologies de la vallée du Rhône, d'Aquitaine, du Quercy ou encore du Tarn sont bien identifiées dans la production céramique.

Plus tardivement, dans la phase terminale du Bronze final, les aires d'influence sont similaires avec en plus une ouverture vers le domaine atlantique. Les sites toulousains à proximité de la zone d'étude sont bien documentés et servent de repères à l'édification de la trame culturelle de la Moyenne Garonne. Seule une sépulture témoigne des pratiques funéraires sur la zone d'étude à Toulouse, sans que le contexte ne puisse être envisagé. C'est également à Toulouse, mais dans la moitié sud que les découvertes de plusieurs sépultures permettent de restituer les modalités de traitement des défunts. Dans le quartier Saint-Roch, une nécropole d'une vingtaine de sépultures à incinération a été découverte, sans que le mobilier ne puisse préciser une chronologie estimée entre le VIII^e et le VII^e siècle BC (Requi et Veyssière 2003, Arramond et Requi 2006, Lagarrigue et Pons 2008). Elle est synchrone d'une seconde nécropole sur la Place des Carmes, illustrée par trois tombes à incinération (Pons *et al.* 2005). Cette tendance à l'incinération serait commune aux populations du

Languedoc occidental, de la vallée de la Garonne, du Tarn et des Pyrénées (Lenorzer 2009). Les caractéristiques communes montrent des tombes individuelles sans différenciation sociale. Cette affluence de sites funéraires pourrait être attribuée au Bronze final IIIb, sans que les origines de ces pratiques culturelles ne puissent être identifiées. Au Bronze final IIIa, l'Aude par le décor cannelé en épi, le Languedoc, l'Albigeois et le Castrais avec la profusion de gobelets représentent les aires d'influences majeures de la culture matérielle de la Moyenne Garonne (Lagarrigue et Pons 2008). Dans une moindre mesure, on note des pièces issues des collections du Tarn, du Quercy, du Périgord et du Castrais avec des réinterprétations locales plus ou moins poussées. Plus au sud, Villeneuve-Tolosanes et Frouzins ont également livré des fosses à céramique attribuées au Bronze final III et aux formes à rapprocher du corpus toulousain (Lagarrigue et Pons 2008). L'assemblage céramique des gisements de la ZAC Aéroconstellation (Grand Noble, Ferrié, Barricou..) est également à rapprocher du site du Cluzel, situé au sud de Toulouse sur un petit relief en bordure de la falaise de la Garonne, à cheval entre les hautes terres pour l'agriculture et la vallée garonnaise (Muller 1998, Moret *et al.* 2002, Lagarrigue et Pons 2008). Il constitue le site de référence pour la période, sur lequel est enregistrée l'occupation entre le Chasséen et le Haut Empire. Sur les sites de Blagnac (Grand Noble, Ferrié, Pinot) et Beazelle (Barricou), des structures issues d'occupations très ponctuelles du Bronze final IIIb ont été découvertes : un puits, daté à 1125-840 cal BC (datation Arc 2464, 2825±45 BP) à Grand Noble (Pons *et al.* 2005a, Lagarrigue et Pons 2008), une structure partiellement fouillée à mobilier céramique sur le site de Ferrié (Marsac 2001), une quarantaine de structures, de type foyer à galets chauffés avec des épandages de matériaux divers à Pinot, (Pons *et al.* 2001, 2004, 2005b, Sargues *et al.* 2005, Lagarrigue et Pons 2008), ou encore un puits accompagné d'une structure circulaire en creux sur le site de Barricou (Lagarrigue et Pons 2008)...

Au Bronze final, l'assemblage céramique de la petite occupation montre une forte influence typologique du groupe Mailhac I du Languedoc, associé à des pièces et des décors probablement liés aux champs d'urnes du Tarn, mais sans que la filiation ne soit clairement démontrée (Muller 1989, Moret *et al.* 2002, Lagarrigue et Pons 2008). Cet assemblage indigène ne permet pas de préciser la chronologie plus avant. Les influences mailhaciennes sont indéniables dans le corpus céramique des ensembles toulousain au Bronze final, mais dans un style *dégénéré* sans décors zoomorphes ou anthropomorphes. Dans un autre registre, le *Complexe Atlantique* révèle une aire d'influence qui s'étend du Royaume-Uni au Portugal à la fin de l'âge du Bronze, et au sein de laquelle l'apparition des épées démontre la naissance d'une société hiérarchisée et du statut de guerrier (Quilliec 2005). La découverte de quelques spécimens dans la Garonne et ses environs permet d'étirer cette zone jusque dans la section moyenne, secteur interprété jusqu'ici comme transitoire et envisager des contacts entre populations très éloignées géographiquement. Cependant, l'hypothèse de contacts entre populations garonnaises et groupes en marge de l'influence atlantique peut être envisagée en raison du faible nombre de références.

Dans la zone d'étude, cette période voit la basse terrasse comme le support privilégié de l'occupation, rapidement suivie par la plaine alluviale et la moyenne terrasse. Ce « retour » de l'occupation dans les zones basses de la vallée pourrait être associé à une amélioration des conditions hydrosédimentaires, déjà identifiées dans les régions limitrophes (Galop *et al.* 2007). Dans la haute vallée de la Loire notamment, cette période correspond à une hausse de la densité d'occupation dans la plaine alluviale (Cubizolles et Georges 2001, Cubizolles *et al.* 2002). En l'absence de témoignages plus probants, nous proposons un schéma similaire, associé à une réinstallation des populations dans le secteur de Blagnac-Beazelle. Dans le reste de la vallée, les découvertes fortuites restituent une occupation dispersée, dont la pertinence reste à démontrer.

Pour conclure, le Bronze final garonnais est relativement bien identifié comparé aux périodes précédentes dans la Moyenne Garonne, avec quelques sites riches et chronologiquement calés directement au sud de la zone d'étude. L'ensemble des découvertes de la Moyenne Garonne montre

une typologie marquée par des influences multi-directionnelles, favorisant une culture indigène unique. L'hégémonie méditerranéenne, et en particulier du groupe Maihac I, est bien établie, associée à partir de la fin du Bronze final à de timides percées du *Complexe Atlantique* au travers des épées.

3.2.2.5. L'Âge du Fer

Au cours de l'âge du Fer, les innovations sociétales, culturelles et industrielles (apparition du fer), se multiplient, notamment avec la création progressive de la ville et de l'État à partir du III^e siècle av. J.-C., « ... *le plus souvent d'ailleurs sans liens directs avec la métallurgie du fer* » (Brun et Ruby 2008, p. 7). Durant la première phase, la physionomie d'occupation est mal définie en raison d'une série de bouleversements climatiques (Magny *et al.* 2007, Magny et Peyron 2008, Magny *et al.* 2009), mais l'éclatement des installations est une constante. Au Second âge du Fer, une crise sociétale entraîne un abandon des sites précédents (Milcent 2006), tandis que l'arrivée des Volques-Tectosages au sud de la Garonne forme une toile culturelle bigarrée. En plaine, l'habitat isolé se transforme en ferme agricole non romanisées, associées aux premières monnaies. Les terrasses alluviales constituent en revanche le support le plus fréquent des sites archéologiques de la zone d'étude (figure 36).

La hausse des effectifs à l'âge du Fer (58 sites) ne s'accompagne pas d'une répartition géomorphologique différente de celle de l'âge du Bronze. Les disparités entre les unités morphologiques tendent au contraire à se renforcer (tableau n°17). La basse terrasse apparaît une nouvelle fois la plus densément occupée, avec près de trois sites sur quatre (72,4%), tandis que le reste des formations pléistocènes livre un nombre d'occupations dérisoire : 5 sur la moyenne terrasse et seulement un sur les formations éoliennes. On note cependant, à l'inverse des périodes précédentes, une forte hausse des découvertes dans le secteur de Toulouse, synchrone de l'apparition des Volques-Tectosages et des premiers grands centres urbains à Tolosa, Saint-Michel-du-Touch, Saint-Roch, Le Cluzel... (Paillier 2002). Dans le reste de la vallée, les sites semblent de moindre importance jusqu'à Saint-Genès, où le promontoire à la confluence Gimone-Garonne a livré une occupation dense depuis le Néolithique (Labrousse 1968).

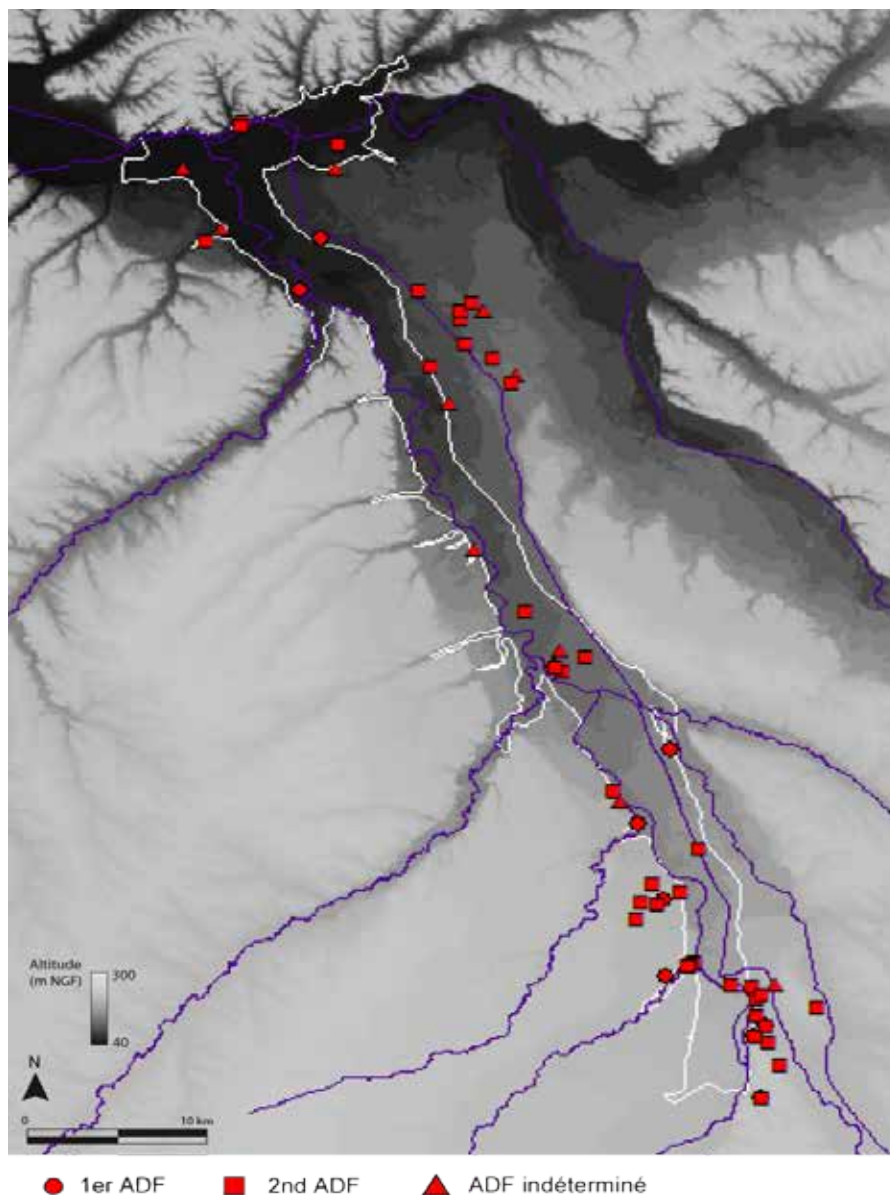


Figure 36 : Localisation des sites archéologiques de l'Age du Fer

Chronologie	Plaine alluviale	Formations éoliennes	Basse terrasse	Moy. Ter./Molasse	Total
Premier âge du Fer	1	0	8	1	10
Second âge du Fer	6	2	24	3	35
Age du Fer indéterminé	4	0	11	1	16
Total	11	2	43	5	61

Tableau 17 : Répartition géomorphologique des vestiges de l'âge du Fer

3.2.2.5.1. Le 1^{er} Âge du Fer

Dans la première phase de l'âge du Fer dans la région, une modification profonde du schéma d'occupation est perceptible, probablement sous contrôle climatique (Magny *et al.* 2007, Magny et Peyron 2008, Magny *et al.* 2009). Les établissements fortifiés laissent place à de petites fermes isolées non pérennes en plaine (Milcent 2006). Dans un second temps, la stabilisation des

conditions climatiques amorce le retour à de grands sites d'habitats agglomérés et/ou fortifiés (Massendari 2006, Mavéraud-Tardiveau 2007). Les productions céramiques étrangères sont de plus en plus significatives, attestant d'un réseau d'échange efficace et intense sur le pourtour méditerranéen et l'intérieur du pays. Dans la zone d'étude, le faible nombre d'occupation est plutôt localisé sur la basse terrasse.

Au 1^{er} âge du Fer, le corpus archéologique de la zone d'étude est faible et essentiellement constitué de vestiges funéraires. Les pratiques funéraires se modifient au profit de l'inhumation des restes de crémation dans des urnes, déposées ensuite en fosse sous de petits tumuli et accompagnées de d'offrandes diverses. Le plus grand exemple de la vallée de la Garonne est localisé sur le site de Saint-Genès, avec une cinquantaine de tombes à incinération à faible mobilier (Janin *et al.* 1997, Lagarrigue et Salgues 2004, Massendari 2006). Datée de la fin du Bronze final IIIb/Premier âge du Fer, cette nécropole présente de fortes similitudes localement avec la petite nécropole à incinération de Grand Noble 2 à Blagnac (Pons *et al.* 2005b, Pons *et al.* 2007) et les deux sépultures de La Barthole (Ondes, Labrousse 1968, Massendari 2006). A Toulouse, le site de Saint-Roch/Feretra a également livré une nécropole avec une petite vingtaine de sépultures à mobilier peu varié (Labrousse 1968, Pons *et al.* 2005b, Vidal *et al.* 2010). Ces gisements s'étalent sur l'ensemble du linéaire. On distingue cependant une meilleure représentation de la moitié amont de la vallée avec 80% des sites. Les chiffres de la répartition géomorphologique sont similaires, avec 80% des sites découverts sur la basse terrasse.

Malgré un constat similaire dans le reste de la vallée et à l'échelle régionale (Moret *et al.* 2002, Béhague 2007), une certaine unité apparaît à l'échelle régionale, avec des particularismes indigènes encore très marqués. La chronologie établie par J.-P. Mohen (1980, Béhague 2007), avec la définition de cinq phases entre 750 et 200 BC, n'a pu être confirmée dans la zone d'étude en raison du faible nombre de sites et un mobilier indigent. Cette prolongation tardive de la phase ancienne est ponctuellement évoqué dans la bibliographie plus récente (Moret *et al.* 2002, Sireix *et al.* 2007, Béhague 2007). Les auteurs s'accordent cependant sur la difficulté à cerner les modalités d'évolution culturelle entre la fin de l'âge du Bronze et le 1^{er} âge du Fer (Guilaine et Py 2000, Sireix *et al.* 2007, Béhague 2007). Concrètement, ce dernier ne commence à être daté qu'avec l'apparition des importations méditerranéennes, soit entre 750/725 BC et le VI^e siècle BC (Guilaine et Py 2000). A la transition entre Bronze et Fer, l'hypothèse du développement d'un faciès autonome gagne du terrain et les mentions de sites de la transition Bronze/Fer sur la zone d'étude ne manquent pas, sans qu'une typologie plus précise puisse être dégagée.

Plus tardivement, le site du Cluzel, référence dans le Toulousain, apporte des éléments de réflexion sur l'influence exogène dans la typologie du mobilier. Il livre un habitat pluriséculaire au sein duquel le mobilier céramique et métallique traduit un réseau d'échanges dont l'importance reste à définir (Muller 1989, Moret *et al.* 2002, Lagarrigue et Pons 2008). Les céramiques tournées (amphores massaliètes, vases attiques à figures noires...) sont toutes issues du corpus languedocien, mais d'origine grecque (Beyneix et Piot 1995, Colin 2003), avec des éléments qualitativement similaires aux grands sites de références comme Mailhac ou Ensérune (Muller 1989, Moret *et al.* 2002). Selon A. Muller (1989), cette faible représentation quantitative ne peut cependant prétendre illustrer la puissance d'une agglomération plutôt qu'une autre, ou l'importance des flux économiques contemporains, d'autant plus que les sites à proximité qui pourraient lui être comparé sont plus récents, notamment Vieille-Toulouse. L'hypothèse d'une tradition d'échanges locaux sur de petits volumes et des objets de nature variable est privilégiée, notamment par l'exemple des productions grecques ou d'influence grecque (Muller 1989, Beyneix et Piot 1995, Colin 2003). La céramique modelée montre des affinités géographiquement plus diversifiées. Le bassin de l'Aude et le littoral languedocien occidental fournissent une fois encore le plus grand nombre d'éléments (coupes-

couvercle, bols tronconiques, urnes...), dont les similitudes avec l'ensemble de Carsac (Aude) sont particulièrement importantes. Certaines urnes montrent des tendances stylistiques du Languedoc oriental et de la Provence, comme les grands vases fermés et les décors excisés, dont les caractéristiques similaires dans des lots au sud-ouest du Massif Central plaident en faveur d'une voie de communication parallèle à l'axe Aude-Garonne. En revanche, on note l'absence des formes les plus représentatives du faciès Grand Bassin I (Aude, Orb, Hérault, Lenorzer 2009), notamment les grandes urnes à pied surélevé et les vases spécialisés. Le Cluzel, associé à l'oppidum d'Estarac et le site de Vieille-Toulouse au mobilier similaire, correspond à l'aire occidentale maximale d'exportation et/ou d'influence des groupes méditerranéens identifiée à ce jour pour cette période (Sireix *et al.* 2007). L'impact des groupes tarnais est encore mal défini, à l'instar de la chaîne pyrénéenne (groupe des Pyrénées centrales et du plateau de Ger) et de l'Aquitaine limitées à quelques formes ubiquistes à faible valeur indicative.

Au mobilier céramique s'ajoute les données carpologiques signalant les premières importations de millet italien dans la Gaule occidentale (Marinval et Bouby 1998, Moret 2002), tandis que le Chanvre, en provenance de l'est, prend une position grandissante au sein du paysage agricole de la basse vallée Garonnaise (Marinval 1994). Ces éléments plaident en faveur d'échanges conséquents à la fois d'objets manufacturés (céramique, armes), de techniques mais également de « ... *produits du quotidien comme les céréales, perduration d'un phénomène qui trouve ses origines au Néolithique...* » (Marinval 1994, p. 43-44). Cette hégémonie se retrouve également dans les gisements funéraires, qui présentent là encore des marqueurs méditerranéens au sens large, à l'instar de l'occupation (Lenorzer 2009) : un faible nombre d'objets métalliques, une diminution progressive des offrandes, un mobilier essentiellement constitué de coupes-couvercles (Lenorzer 2009). Ces caractéristiques sont communes à l'échelle régionale, avec des similitudes jusque dans le Lot-et-Garonne (Béhague 2007).

En conclusion, le 1^{er} âge du Fer compte seulement une dizaine de sites sur la zone d'étude mais le gisement du Cluzel permet de dresser une trame du faciès contemporain. L'ensemble des régions limitrophes au Toulousain est représenté, avec un impact plus ou moins fort dans le corpus céramique. La façade méditerranéenne reste le pourvoyeur principal de formes et de décors, parfois seulement dans leur version *dégénérée*. L'hypothèse d'échanges directs entre populations géographiquement éloignées est altérée par la faible quantité de preuves, au moins pour la phase ancienne (Muller 1989) et pourrait être le fruit d'une migration lente à partir de contacts locaux. Le rôle des faciès atlantiques contemporains est quasiment nul au 1^{er} âge du Fer dans la vallée de la Garonne en l'état actuel de la documentation. La nécessité d'entreprendre de nouveaux travaux à l'échelle du Sud-Ouest à partir des éléments existants est soulevée par B. Béhague, afin de préciser les modalités d'occupations locales, une chronologie trop ancienne et générale, puis « ... *entre l'Atlantique, les Pyrénées et la vallée de la Garonne, [...] de mieux définir l'« entité » Aquitaine et de mesurer son rôle face aux grands ensembles culturels (hallstattien, méditerranéen et ibérique) du premier âge du Fer* » (Béhague 2007, p.33). L'exemple du Languedoc (Guilaine et Py 2000), au travers de l'étude de grands sites côtiers comme Lattes, Espeyran, Pech-Maho, montre en effet une grande diversité des influences culturelles à la base de la culture locale et des modalités de diffusion internes et externes. L'influence hallstattienne est en revanche difficile à établir dans le Sud-Ouest (Colin 2003), et en particulier sur la zone d'étude.

3.2.2.5.2. Le 2nd Âge du Fer

Le 2nd âge du Fer marque « ... *un tournant important dans l'histoire des sociétés protohistoriques du Toulousain* » (Milcent 2006, p.49). Au carrefour des territoires de plusieurs peuples (Roman 1983, 1994, Milcent 2006), une crise sociale se dessine dans cette région entre le V^e et le IV^e siècle av. J.-C.

marquée par la régression, voire l'abandon, des habitats fortifiés en hauteurs. En plaine, les habitats sont dispersés sans que l'origine en soit concrètement identifiée (Raynaud 2003), et fréquemment associé à une délimitation fossoyée des activités (Mavéraud-Tardiveau 2007). Sur la zone d'étude, ces phénomènes se traduisent par une très nette augmentation des références.

Au 2nd âge du Fer, en l'absence d'harmonisation chronologique sur l'ensemble du Sud-Ouest, la segmentation communément admise (425-25 BC, Massendari 2006) sera utilisée ici. Dans la zone d'étude, trente-cinq sites ont été découverts. A l'instar de la phase ancienne, la répartition géomorphologique des vestiges du 2nd âge du Fer montre une très nette installation préférentielle sur la basse terrasse d'après le schéma actuel. Elle recense 72% du total des vestiges contemporains, dont la plus forte concentration se situe sur la commune de Toulouse, à l'emplacement actuel du centre-ville en rive droite puis une dispersion en aval. Sans envisager un déplacement des populations de Vieille-Toulouse à Toulouse au début du 2nd âge du Fer comme l'a proposé M. Labrousse (1968), il est intéressant de s'interroger sur cette brusque affluence des populations dans ce secteur. Les découvertes antérieures ne montrent pas d'occupations réellement structurées dans ce secteur mais indiquent à minima un lieu de passage avec le Gué du Bazacle et un mobilier de l'âge du Bronze. De petites installations ponctuelles et précaires sont alors envisageables à proximité, avant de se développer à la faveur des multiples flux migratoires et de la stabilisation des conditions climatiques. Le schéma global de l'occupation change, avec une installation moins marquée sur les terrasses alluviales de la confluence Hers/Garonne ainsi que du secteur de Blagnac-Beauzelle. Dans la plaine alluviale, les témoignages montrent une occupation éphémère mais réelle et dispersée.

Les divergences chronologiques s'accordent toutefois sur la restitution archéologique particulièrement mauvaise des IV^e et III^e siècles BC (Boudet *et al.* 1994, Domergue *et al.* 2002, Milcent 2006, Sireix *et al.* 2007, Vaginay *et al.* 2008). L'importation de productions méditerranéennes est peu répertoriée sur le territoire, à l'inverse des standards laténiens qui se multiplient sur des objets du quotidien (Milcent 2006). Les importantes métamorphoses perçues sur la vaisselle, l'habillement ou la typologie des objets métalliques sont le reflet d'une mutation culturelle à grande échelle avec l'acculturation de produits et de savoir-faire laténiens. La phase récente ne livre guère plus d'indices sur l'habitat et en particulier l'habitat de plaine (Izac-Imbert et Sireix 2007). Les sites fortifiés sont abandonnés et l'uniformisation de la typologie des habitats est marquée par la récurrence à l'échelle européenne de l'enclos fossoyé, également attesté de façon permanente dans le Sud-Ouest. L'isolement des découvertes architecturales du site de Rapside (un bâtiment principal associé à une série de bâtiments annexes, Cavalin et Arnoux 2001, Sireix *et al.* 2007) dans le paysage régional ne permet pas d'envisager une hiérarchisation des habitats de plaine, d'autant plus que l'occupation du site est limitée à un demi-siècle. En revanche, la configuration spatiale peut être rapprochée, toute proportion gardée, du site de Vieille-Toulouse sur un plateau en bord de terrasse, où « ... *un emporium couvrant une trentaine d'hectares [est] environné d'un certain nombre d'implantations « extérieures », périphériques et ponctuelles* » (Vidal 2002, p. 106).

Cet isolement transparait également dans le corpus céramique, où les échanges de vins italiques, attestés par l'inventaire d'amphores Dressel 1a (Cavalin 2001, Sireix *et al.* 2002, Sireix *et al.* 2007), représentent la quasi-totalité des céramiques exogènes. Ce constat est similaire dans le Toulousain, où les prospections n'ont livré pour les II^e et I^{er} siècles AD, à défaut d'habitats structurés, que des amphores italiques républicaines et en moindres quantités des céramiques à vernis noir, campanienne A (Sireix *et al.* 2007) et en particulier à Vieille-Toulouse (Vidal 2002). Ces éléments montrent un important réseau d'échange au travers du sud de la France, et dont la Garonne est le principal vecteur dans les régions Midi-Pyrénées et Aquitaine (Sireix *et al.* 2002, Colin 2003). Étonnamment, la production locale s'avère plus complexe à définir en raison de la standardisation, la vaste aire de répartition et la multiplication des contextes de découverte (Gardes et Izac-Imbert

2007). Des problématiques similaires affectent les très nombreux « puits/fosse funéraires/rituels » découverts à Toulouse, alors « capitale » des *Volcae Tectosages*, et Vieille-Toulouse (Sireix *et al.* 2007). La synthèse de M. Vidal (2002) à ce sujet montre des structures funéraires dont les rituels associés sont encore mal connus, malgré leur aire de répartition circonscrite au Sud-Ouest entre l'Aude, le Lot-et-Garonne, le Gers et l'Ariège et constituent les seules découvertes funéraires jusqu'au début du Haut Empire. En effet, les ensembles funéraires disparaissent brutalement vers la fin du VI^e siècle BC dans le Toulousain, et dès la fin du V^e siècle BC dans le reste du Sud-Ouest, hormis dans des contextes très particuliers (Vaginay *et al.* 2008), comme les « puits/fosses funéraires/rituels ».

Les lacunes culturelles au 2nd âge du Fer soulèvent la question des processus de laténisation du Sud-Ouest, concept dont P. Moret (2002) a essayé d'affranchir des certitudes anciennes. Au III^e siècle, une rupture brutale dans les modalités d'occupation (abandon des occupations antérieures, sites ouverts à proximité des voies de communication) intervient après un siècle d'incertitudes historiques et archéologiques, longtemps attribuées aux invasions celtiques, tandis qu'apparaissent des produits laténiens dans les inventaires archéologiques. Cependant, la « solidarité culturelle garonnaise » et la pratique immédiate des puits à offrandes jusqu'ici inconnus sont deux arguments en défaveur d'une invasion celtique localisée. De surcroît, aucune preuve matérielle d'une (ou plusieurs) invasion(s) n'a été mise au jour (Roman 1983, Py 2003, Moret 2002), hormis sur le site de Pech-Maho, où l'hypothèse d'agresseurs romains ou carthaginois plutôt que celtes est privilégiée (Moret 2002). Le concept de *celticité*, où l'acculturation est active et concerne seulement quelques domaines spécifiques, au lieu de celtisation, sous-entendant invasion et domination, élaboré par M. Py (2000) trouve ici un champ d'application favorable. Elle est développée par P.-Y. Milcent (2006), qui voit dans ces apports celtes « ... un processus endogène de « laténisation » de la culture matérielle des sociétés protohistoriques régionales, c'est-à-dire d'une adoption précoce ou d'une participation à l'éclosion et la diffusion des principaux traits qui caractérisent aux yeux des archéologues les faciès matériels laténiens de l'Europe moyenne et occidentale... » (Milcent 2006, p.50). Ces processus ne semblent pas restreints au Toulousain, et est observé à l'Ouest et au Sud de la Gaule. Pour conclure, l'actualisation des données reste nécessaire pour envisager de définir le(s) moteur(s) de l'évolution culturelle au 2nd âge du Fer et de proposer un scénario de laténisation plus concret et exhaustif.

En conclusion, l'âge du Fer demeure, malgré un nombre supérieur de sites référencés, une période mal connue dans le Toulousain. De nombreuses évolutions sociales et culturelles sont identifiées, sans que les modalités n'en soient définies, en raison de la difficulté à les percevoir archéologiquement, et des croyances anciennes, notamment sur les invasions du III^e siècle BC, commencent à peine à être réfutées. Le 1^{er} âge du Fer est mieux appréhendé, en raison d'une typologie locale affirmée favorable à la discrimination spatiale des influences et des populations. À l'inverse, la phase récente présente un corpus homogène sur une grande partie du territoire qui, associé à des lacunes séculaires, ne favorise pas la distinction des particularismes locaux. Les circuits d'introduction de nouveaux produits laténiens restent mal connus, comme ceux permettant la migration des populations allochtones originaires du Nord et de l'Est.

3.2.2.6. L'Antiquité

Durant l'Antiquité, la Garonne est un axe de communication et d'échange entre la province de Narbonnaise et l'Aquitaine, même si les axes terrestres restent privilégiés (Sillières 2002). En 330 ap. J.-C., le déclin de l'Empire Romain s'accélère avec la séparation de l'Empire d'Orient et d'Occident puis les invasions barbares, qui débutent dès le IV^e siècle et s'intensifient au cours du V^e siècle (Gauvard 2008). Sur la zone d'étude, le nombre de vestiges triple entre l'âge du Fer et l'Antiquité. Le schéma de l'occupation (figure 37) montre de grands établissements agricoles disséminés dans la

vallée et reliés par de grandes voies romaines. *Tolosa* se développe et devient un pôle d'échange que les romains s'emploient à développer grâce à de multiples aménagements. Les rites funéraires passent de l'incinération à l'inhumation en sarcophage à la fin de l'Antiquité tardive, sous l'influence de la chrétienté.

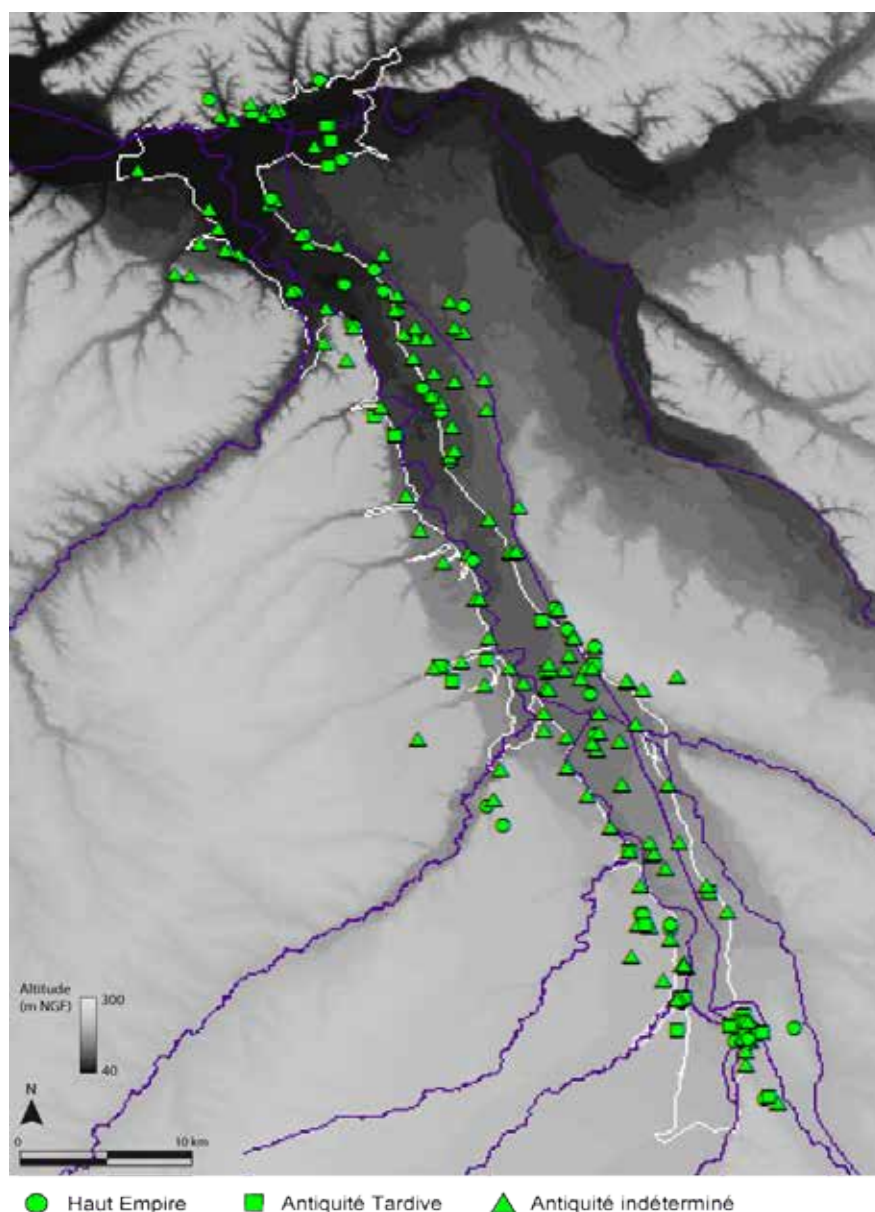


Figure 37 : Localisation des sites archéologiques antiques

Sur l'ensemble de la période antique, 232 gisements (30,6%) ont été recensés dans la vallée, avec plus de 58% des vestiges concentrés sur la basse terrasse (tableau n°18). Les formations éoliennes montrent un faible taux de présence (5,6%), suivies de la moyenne terrasse (14%). Le schéma s'occupation antique montre une nouvelle fois une répartition disproportionnée de l'occupation, où les secteurs de la confluence Hers-Garonne, Toulouse et Montech-Castelsarrasin constituent des zones de découverte privilégiées. Cette forte hausse de la visibilité antique est en partie issue des différents biais identifiés en amont du traitement des données. En effet, l'Antiquité a longtemps été une période privilégiée par les archéologues et les érudits locaux (Hurel et Coyer 2011). Les prospections thématiques ont ainsi permis de mettre au jour de nombreux sites, en particulier des épandages de mobilier et des monnaies à travers la plaine alluviale. Associé à cela, la visibilité en

surface de ces vestiges est favorisée par des processus taphonomiques post-abandon d'ampleur limitée et une faible activité hydrosédimentaire depuis la fin de l'Antiquité, dans la plaine alluviale comme sur les terrasses pléistocènes. Sur ces dernières, la réduction drastique des processus sédimentaires au cours de l'Holocène permet un enfouissement des structures archéologiques à faibles profondeurs. Cette visibilité accrue est également le fait d'une modification de la nature des matériaux utilisés. Les constructions sont réalisées en pierre, en mortier, et en terre cuite, plus résistants aux processus de dégradation post-abandon. Le moindre dépotoir de matériaux peut ainsi devenir un site archéologique, comme c'est fréquemment le cas dans la vallée de la Garonne avec une forte récurrence des épandages.

Chronologie	Plaine alluviale	Formations éoliennes	Basse terrasse	Moy. Ter./Molasse	Indéterminé	Total
Haut Empire	6	1	37	6	0	50
Antiquité Tardive	5	0	18	4	0	27
Antiquité indéterminée	35	11	80	23	4	153
Total	47	13	135	33	4	230

Tableau 18 : Répartition géomorphologique des vestiges antiques

3.2.2.6.1. Le Haut Empire

Le repeuplement de la vallée initié au cours du 2nd âge du Fer se poursuit durant du Haut Empire, avec un impact certain sur le paysage (Berger 2003). La densité de l'occupation est plus importante, matérialisée par des installations de plus grande ampleur. Leur représentation montre une implantation autonome vis-à-vis des périodes précédentes, les constructions romaines s'installant parfois à quelques dizaines de mètres des précédentes. La mise en culture du paysage s'intensifie, avec notamment l'introduction de la vigne (Bouby et Marival 2001), et la centralisation des activités agricoles au sein de grandes *villae*.

La transition entre l'âge du Fer et l'Antiquité est mal connue dans la Moyenne Garonne, en partie en raison d'un faible nombre de site républicain et un inventaire très réduit sur les sites du 2nd âge du Fer. Cinquante sites archéologiques sont répertoriés et avec l'occupation romaine apparaissent les *villae*, grand domaine à vocation agricole. On en recense neuf sur la zone d'étude, présentant des caractéristiques structurelles et de mobilier similaires (Labrousse 1968, Pons *et al.* 2005b, Massendari 2006, Mavéraud-Tardiveau 2007). Les villas représentent cependant une faible proportion des sites contemporains. Ces derniers correspondent principalement à des épandages de céramiques, comme sur le site de Beaufort (I^{er} av.-II^e ap. J.-C., Dressel 1, sigillée...) à Castelsarrasin (Mavéraud-Tardiveau 2007), à Saint-Genès avec un dépotoir du I^{er} ap. J.-C. et un four circulaire à sole épaisse (Labrousse 1968, Mavéraud-Tardiveau 2007), à Fondemenge, avec un épandage daté des I^{er}-II^e siècles de notre ère (Mavéraud-Tardiveau 2007), encore à Fromissard où l'épandage est associé à un niveau de sol induré, un fossé et des fosses (Le Noheh *et al.* 2005). Les sites du Haut Empire en majorité localisés sur la basse terrasse, avec 74% des références. La plaine alluviale et la moyenne terrasse ont livré un nombre équivalent de sites, très inférieur (12%) à la basse terrasse. Au Haut Empire, le rapport au paysage change, avec une expansion des zones d'exploitation agricole, perceptible notamment par une hausse des marqueurs anthropiques et une diminution des taxons arboricoles dans les diagrammes polliniques. Dans la vallée de la Garonne, cela pourrait se traduire par une exploitation intensive de la basse plaine au détriment de l'habitat. La physionomie de la plaine alluviale pourrait être comparable à l'actuel, avec des installations isolées et dispersées à

vocation agricole. Sur la moyenne terrasse, un fort biais de connaissance pourrait être le moteur principal de la faible restitution de l'occupation. Il n'est cependant pas à exclure un délaissement volontaire de cette unité morphologique, peut-être trop éloignée des zones agricoles rentables.

C'est à travers l'étude de la cité *de Tolosa* que l'histoire de la vallée peut être appréhendée. A la frontière avec la province d'Aquitaine, et incluse dans le territoire de la cité de Tolosa, la zone d'étude souffre d'une surreprésentation de cette dernière au détriment de l'occupation rurale. La chronologie et les modalités de construction de la ville romaine n'ont été définies il y a seulement une vingtaine d'années, suite aux fouilles préventives de l'hôpital Larrey (De Filippo 1988, 1993). Elle est fondée *ex-nihilo* dans la première décennie de notre ère à partir d'un programme très cohérent de la ville, prenant la suite de l'oppidum gaulois de Vieille-Toulouse qui perdra alors sa vocation de « capitale » (avec toutes les précautions que nécessite l'emploi de ce terme) régionale. Cette originalité se traduit également dans la construction au début du règne de Tibère d'une enceinte bien insérée sur le plan urbanistique. Privilège accordé aux colonies, elle témoigne de l'attribution dès le règne d'Auguste de ce titre (De Filippo 2002). L'origine de l'édification de cette cité peut trouver un écho dans la vaste surface de la Narbonnaise et la nécessité d'équilibrer la gestion de cette province à partir de plusieurs centres, avec entre autre Narbonne et Carcassonne. Son rôle administratif et économique impose un désenclavement de l'occupation tectosage de Vieille-Toulouse au profit d'un espace à l'abri des crues, bien drainé, et favorable à l'élaboration d'un nœud de communication (Arramond *et al.* 2007). Plusieurs voies antiques passent par la ville, tandis que la navigation sur la Garonne, alors permise jusqu'au confluent du Salat en amont de Toulouse, est bien attestée sans qu'aucun aménagement dans ce sens n'ait pu être repéré dans la ville.

A l'échelle régionale, les données sur l'habitat rural sont peu abondantes et disparates. Les fouilles d'habitats ruraux sont exceptionnelles et les découvertes fortuites restent la principale source d'alimentation du corpus. Certains secteurs sont toutefois mieux représentés, comme le Terrefort toulousain et lauragais, ou la plaine de la Garonne (Sillières 2002). Dans la campagne de l'ensemble de la Narbonnaise, l'occupation peut être groupée ou isolée, mais la première est plutôt à proximité d'une voie de communication et moins fréquente que les oppida gauloises durant la République. A l'inverse, l'habitat isolé en plaine connaît une forte expansion au cours du Haut Empire, notamment à la fin du I^{er} siècle de notre ère, sous la multiplication des bâtiments à vocation agricole. Un développement similaire est observé dans le reste de la province et en Espagne.

La nature de l'occupation rurale antique montre une évolution synchrone à celle des populations qui les occupent dans l'ensemble de la province. Les fermes républicaines, du I^{er} siècle av. J.-C., sont essentiellement constituées de matériaux périssables, de faible emprise (400m² max.) et n'ont pas été référencées en tant que telles dans la zone d'étude. Elles se multiplient après la conquête romaine, dont les premiers signes sont perceptibles à l'échelle régionale dès le II^e siècle av. J.-C. (De Filippo 2002). Le mobilier céramique le plus fréquemment associé à ce type d'établissement est l'amphore vinicole italique, voire parfois laténienne ou campanienne (Sillières 2002). Il peut également s'accompagner de Dressel la ou de vase estampé à décor de la Tène III comme à Verfeil. Ces fermes se développent surtout en plaine, où elles se distinguent mal de l'occupation isolée antérieure. Elles y sont en revanche bien plus nombreuses, en raison de la mise en valeur générale du paysage à des fins agricoles.

A partir du règne d'Auguste, les petites fermes républicaines laissent place à d'imposantes *villae* sur l'ensemble du territoire. Elles sont toutes bâties sur le même plan rationnel, avec une partie résidentielle (*pars urbana*) et une autre dévolue aux activités agricoles (*pars rustica*). A l'échelle régionale, peu de bâtiments complets ont été identifiés mais ils atteignent en moyenne 3000m². On distingue deux styles concurrents au niveau régional sur la *pars urbana* : le style méditerranéen à cour centrale et péristyle (Bram, Cuq-Toulza ...), et un style à galerie de façade, très fréquent au nord et où les pièces principales donnent sur une galerie à colonnades rectiligne orientée sud ou sud-est

(Saint-Martin-Lalande). La *pars rustica* est souvent séparée, située au nord de la précédente et organisée autour d'une cour. Ces établissements sont très nombreux dans le sud de la France, mais à l'échelle du Toulousain peu ont été fouillés et les modalités d'occupation restent mal définies. Au I^{er} siècle ap. J.-C., ces grandes *villae* cohabitent avec des établissements plus modestes, à mi-chemin entre la ferme républicaine et la petite villa du Haut Empire. Leur plan peu discriminant les rend difficilement identifiables mais quelques-uns ont été repérés à Cazères, Colomiers ou dans le Lauragais. Ce schéma atteint son paroxysme au cours de la seconde moitié du I^{er} siècle de notre ère, avant la disparition de nombreuses petites fermes/villa, au profit des *villae* qui s'agrandissent au II^e siècle. Au Haut Empire, l'occupation des plaines alluviales et des secteurs de basse altitude est donc marquée par une occupation majoritairement isolée et à vocation agricole. La culture matérielle est dominée par des formes typiquement romaines, souvent localement adaptées.

3.2.2.6.2. L'Antiquité Tardive

L'Antiquité tardive est une période encore mal définie tant chronologiquement que culturellement. Elle débute à la fin du III^e siècle, avec l'avènement de Dioclétien, et se termine probablement vers 476 AD (Gauvard 2008). Les témoignages de l'occupation sont similaires à ceux du Haut Empire, avec de grands établissements et la réoccupation de certains sites abandonnés au cours de la période précédente. L'inhumation supplante également peu à peu l'incinération dès le début de la période (Marévaud-Tardiveau et Vigouroux 2007).

Dans la phase tardive de l'Antiquité, l'occupation rurale reste mal connue en raison d'une baisse généralisée de vestiges. Vingt-sept gisements ont été référencés pour cette période, et la quasi-totalité correspond à une réoccupation d'installations antérieures, soit directement du Haut Empire, soit de périodes antérieures. La répartition géomorphologique est similaire au Haut Empire. La basse terrasse constitue le substrat privilégié de l'occupation, avec 66% des références, contre 18% dans la plaine alluviale et 15% sur la moyenne terrasse. La diminution du nombre de site, observé sur l'ensemble des cours d'eau européens (cf. chapitre 1), pourrait être corrélée avec la grande instabilité culturelle contemporaine, tandis que les causes de l'occupation préférentielle de la basse terrasse ont déjà été évoquées précédemment.

À l'échelle régionale, le III^e siècle de notre ère marque un abandon massif des sites antérieurs, avec un rapport de un site de l'Antiquité Tardive pour trois du Haut Empire (Delpuech 2002). Les petits établissements sont les premiers touchés par cette vague d'abandon, cette dernière n'atteint les *villae* seulement au IV^e siècle. Dans ces dernières, on observe toutefois d'importants travaux de restauration, adjonction ou destruction sur l'ensemble des sites encore occupés. La villa de Chiragan offre une bonne restitution de l'occupation à la transition Haut Empire/Antiquité Tardive. La *pars urbana* est totalement réorganisée avec la division des espaces les plus luxueux en plusieurs petites pièces au IV^e siècle ap. J.-C., ce qui pourrait être la conséquence d'une réduction de la superficie ou du déplacement du noyau résidentiel. Au sein de ces vestiges, plusieurs mosaïques ont été découvertes. Si elles se développent de façon certaine au cours de l'Antiquité Tardive, elles ne peuvent constituer un marqueur chronologique en raison de quelques spécimens identifiés dans la province au Haut Empire. Le mobilier céramique est, à l'instar de celui du Haut Empire, uniformisé mais l'influence locale est plus diffuse. Les groupes de sigillées claires et estampées sont très répandues. À grande échelle, le renouveau architectural tardif dont bénéficie le Toulousain montre une ampleur largement inférieure à celui du Bordelais ou de la Gascogne par exemple, où les *villae* sont fastueuses et surtout très nombreuses. Le schéma d'occupation dans le Toulousain reste très clairsemé. La réalité d'un délaissement du Toulousain au profit du Bordelais ou du Gersois reste incertaine, en raison d'un corpus très largement issu de découvertes fortuites à l'échelle régionale, entraînant *de facto* une restitution non exhaustive.

En conclusion, l'Antiquité dans la vallée de la Garonne compte de nombreuses références mais elles ne livrent que peu de détails sur les modalités d'occupation du paysage, totalement indépendantes des périodes antérieures. Les vestiges attribués à l'époque républicaine sont anecdotiques, tandis que l'apparition au Haut Empire d'une nouvelle forme d'occupation, la villa, montre l'organisation de véritables petites entreprises autonomes et aux activités agricoles variées. Peu nombreuses dans la vallée, elles sont associées à des gisements plus modestes, qui démontrent d'une exploitation massive du paysage. Dans la phase tardive, aucune nouvelle implantation n'est référencée, les structures existantes sont réemployées. L'hypothèse d'un abandon de l'habitat des zones basses, vouées à l'agriculture, au profit de secteurs plus élevés durant toute la période antique est à envisager, sans perdre de vue un contexte politique instable et des invasions récurrentes dès la fin du IV^e siècle AD.

3.2.2.7. Le Moyen-âge

A la fin du V^e siècle, les invasions barbares ont eu raison de l'Empire romain d'Occident (Gauvard 2008). Les Francs prennent le contrôle des différentes provinces de la Gaule et les unifient sous le règne des Mérovingiens et en particulier de Clovis. Se succèdent alors plusieurs dynasties royales (Carolingiens, Mérovingiens) avant une remise en question des modèles sociaux sous la domination des seigneurs et l'émergence d'une identité nationale au cours des XIV^e-XV^e siècles, synchrone de la Guerre de Cent Ans. La typologie des vestiges diffère à partir du Moyen-âge, avec l'expansion de la religion chrétienne, qui fait de l'inhumation en groupe la norme. Le rituel cultuel est matérialisé par des monuments imposants. Leur rôle fondamental dans le rituel funéraire conduit à la centralisation des nécropoles/cimetières et des édifices religieux. En revanche, les vestiges de la vie quotidienne sont rares durant toute la période et plutôt situés sur les terrasses alluviales (figure 38).

Le corpus de sites de la période médiévale est le plus représenté dans la vallée, avec 253 gisements (33,3%). Ils se répartissent prioritairement sur la basse terrasse, avec près de la moitié des sites de la vallée (48,8%), tandis que la moyenne terrasse, avec 29% des vestiges, présente ici son plus fort taux d'occupation (tableau n°19). Cette forte densité de vestiges anthropiques est cependant répartie inégalement tout au long de la vallée. Les secteurs de la confluence de l'Hers et de Moissac sont les mieux représentés d'un point de vue cartographique. L'abondance de sites médiévaux, par rapport au reste de la chronologie, trouve une origine similaire aux données antiques. Réduction des biais de connaissance et des biais taphonomiques, ainsi qu'une surreprésentation liée à la nature des vestiges (Massendari 2006, Mavéraud-Tardiveau 2007) et l'apport supplémentaire des sources écrites favorisent leur identification et leur localisation. Il est à noter que ces sites sont fréquemment d'ordre religieux et parfois encore en usage.

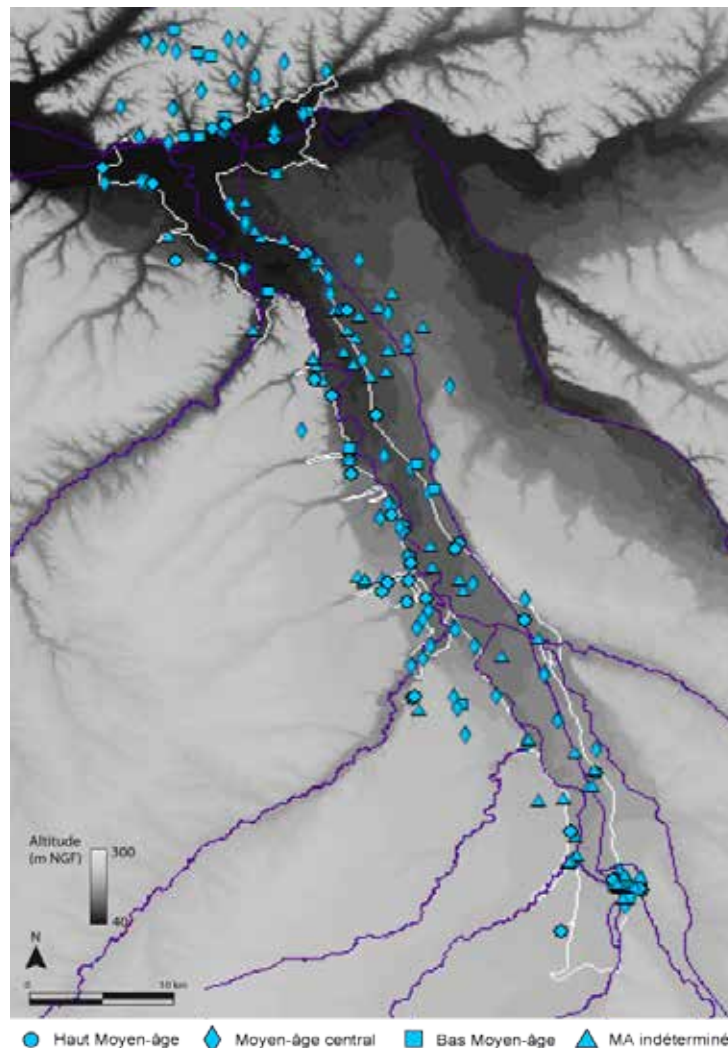


Figure 38 : Localisation des sites archéologiques médiévaux

Chronologie	Plaine alluviale	Formations éoliennes	Basse terrasse	Moy. Ter./Molasse	Total
Haut Moyen-âge	5	3	27	9	44
Moyen-âge Central	19	5	57	37	118
Bas Moyen-âge	1	0	9	12	22
Moyen-âge indéterminé	12	5	40	12	69
Total	37	13	133	70	253

Tableau 19 : Répartition géomorphologique des vestiges médiévaux

3.2.2.7.1. Le Haut Moyen-âge

A la fin de l'Antiquité Tardive, une période d'instabilité politique s'ouvre jusqu'à l'unification du territoire par les Francs dans la seconde moitié du VIII^e siècle AD (Balard *et al.* 2008). Les témoignages de la vie quotidienne sont très rares, et l'« ... *occupation humaine [...] semble se limiter essentiellement à des sépultures, souvent mal datées et très rarement contextualisées* » (Hautefeuille 2007, p. 57), au moins dans le Tarn-et-Garonne. Cet état des lieux pourrait traduire un biais de connaissance à la fois dans la localisation de nouveaux gisements, mais également dans leur

identification. Les gisements référencés dans la zone d'étude correspondent donc essentiellement à des structures architecturales.

Quarante-quatre sites sont répertoriés dans la zone d'étude. Conformément aux propos de F. Hautefeuille (2007) sur le Tarn-et-Garonne, les gisements funéraires représentent plus de la moitié des références, où nécropoles et cimetières livrent des sépultures en pleine terre associées à des inhumations en sarcophage en grès, comme à Saint-Genès (Castelferrus), où de très nombreuses inhumations en pleine terre jouxtent 29 sarcophages en calcaire coquillier de forme trapézoïdale (Mavéraud-Tardiveau 2007). Des dépôts mobiliers sont parfois associés aux sépultures, dont l'assemblage s'étend des armes aux vases à offrandes, en passant par de petits objets métalliques. Ces cimetières sont ponctuellement associés à des édifices religieux, comme à Saint-Pierre-des-Cuisines (Toulouse), Mayras (Merville), ou encore Saint-Genès (Castelferrus). A ces vestiges, qui constituent près des trois-quarts de notre inventaire, sont associés des découvertes ponctuelles liées à l'aménagement du chenal. La contextualisation de l'occupation du Haut Moyen-âge de la vallée de la Garonne est donc complexe en l'état des données, à l'instar de la vallée du Rhône (Berger 2003). La répartition des sites archéologiques montre une installation préférentielle sur les formations pléistocènes, en particulier la basse terrasse. Cette dernière a livré 61% des gisements et ce chiffre atteint plus de 88% si l'on tient compte de l'ensemble des unités morphologiques ante-Holocène. Pour cette période, les gisements sont plutôt localisés dans le secteur de Grenade-sur-Garonne et Aucamville, en rive gauche. Il s'agit d'un tournant dans le schéma d'occupation, les zones de concentrations ayant été identifiées depuis le Néolithique en rive droite dans ce secteur. A la lumière des remarques de F. Hautefeuille (2007), l'inégale répartition des sites de la phase ancienne pourrait être le fruit à la fois d'un biais taphonomique, en particulier dans la plaine alluviale, mais également un biais de connaissance. Ce dernier peut être envisagé à la fois dans la localisation des sites du Haut Moyen-âge, ainsi que sur l'attribution chronologique des vestiges.

La période médiévale marque une rupture sociétale, politique et économique. La succession des invasions (Wisigoths, Francs) au cours de l'Antiquité tardive, l'essor de la chrétienté et la mise en place d'une dynastie monarchique entraînent une redéfinition en profondeur de la société médiévale par rapport à l'Antiquité. Il en résulte une période archéologiquement mal connue à la transition Antiquité tardive/Haut Moyen-âge. La nature des sites découverts change, avec la disparition des sites d'habitat au profit de nombreux sites à vocation religieuse et d'inhumations. Cette nouvelle représentation de l'occupation ne permet pas les mêmes résultats en termes d'analyse des influences perceptibles dans le faciès culturel de la zone d'étude en raison de l'absence d'indices. Ce biais est d'autant plus prononcé que les données médiévales non textuelles ne font que peu l'objet de synthèse à grande échelle. Les travaux de M.-G. Colin (2008) sur la christianisation et le peuplement des campagnes en Novempopulanie et de L. Schneider (2007) sur la structure de l'occupation dans le Sud-est de la France restent des exceptions mais permettent de dresser une esquisse récente de l'occupation entre la fin de l'Antiquité tardive et le Haut Empire. A l'Ouest, dans l'espace compris entre Bordeaux, les Pyrénées et la Garonne, les premiers édifices chrétiens apparaissent très ponctuellement dans les campagnes dès le V^e siècle de notre ère, soit un siècle après l'installation des premières communautés chrétiennes (Colin 2008). A partir du VI^e siècle, les campagnes du sud de la France sont désertées, probablement sous les assauts répétés de la peste. Les *villae* sont moins nombreuses et plus réduites, après le faste des siècles précédents. La christianisation gagne du terrain au sein du monde rural, figuré par une augmentation des édifices religieux. Au milieu du VII^e siècle, les prémices de l'expansion démographique inhérente au Moyen-âge (Galop 1998, Colin 2008, Guillot 2010...) se font sentir. Certaines *villae* sont encore occupées jusqu'au VIII^e siècle ap. J.-C. notamment dans le Gers et le Lot-et-Garonne, mais de manière plus restreinte et plus modeste. Ces sites sont accompagnés d'au moins un édifice cultuel dans le second

cas. Dans le reste du monde rural, le schéma d'occupation est nettement détaché du modèle antique, dont les aires d'occupation sont réutilisées à des fins funéraires. Aux IX^e et X^e siècles ap. J.-C., le modèle d'occupation change totalement, avec la création de bourgs ecclésiaux dans les campagnes, sous l'essor des bâtiments monastiques. Les édifices religieux sont alors le reflet d'une installation durable dans le paysage, et ce phénomène trouve particulièrement écho lors de la conquête de nouveaux terroirs par le défrichement et l'aménagement du territoire choisi. Une des mutations sociétale fondamentale au Haut Moyen-âge est le rapatriement du monde funéraire au sein de la communauté vivante. Les modalités de l'occupation ne sont guère différentes dans la province de Narbonnaise au Sud-est. Dès le début du VI^e siècle, la population abandonne les *villae* domaniales pour des occupations plus économiques et paysannes. La transition Antiquité tardive/Moyen-âge se fait, à l'instar de toute la moitié sud de la France, de façon lente mais efficace. L'évolution générale des modalités de peuplement au Haut Moyen-âge est similaire, avec un regroupement des habitats autour d'un noyau religieux, le rapprochement géographique du monde des vivants et des morts puis la création de véritables villages. Mais la distinction avec le Sud-Ouest s'opère par la création de centres ruraux pérennes en lieu et place des *villae* antiques au moins dès le VIII^e siècle de notre ère. Leur répartition reste toutefois variable au sein même de la Narbonnaise et pourrait être liée au diocèse. C'est entre ces espaces qu'évolue la vallée de la Garonne. La majorité des sites correspond à des édifices religieux ou des découvertes funéraires, ce qui corrobore les résultats acquis dans le reste du Sud de la France. La transition entre occupation isolée et groupée reste mal définie. Ces caractéristiques se prolongent jusqu'à la fin du Moyen-âge.

3.2.2.7.2. Le Moyen-âge central

Au Moyen-âge Central, l'expansion et le développement sociétal (Gauvard 2008) entraîne la fragmentation du territoire sous l'influence de la féodalité, sans incidence sur la concentration de l'occupation en ville. Les campagnes en revanche font l'objet d'une pression anthropique agricole de plus en plus forte. Dans la vallée de la Garonne, les vestiges religieux sont une nouvelle fois dominants mais limités aux espaces à vocation funéraire. Les premiers aménagements défensifs urbains et pérennes se développent mais les témoins de l'occupation quotidienne sont toujours rares.

Au Moyen-âge central, on recense 118 sites et une abondance d'établissements religieux et de cimetières, représentant plus de la moitié des gisements. Si la relation géographique entre église et cimetière n'était pas entièrement établie au Haut Moyen-âge, elle est confirmée lors de la phase centrale sur les sites de Boudou, Saint-Pierre (Moissac), Lagoutoul (Grenade)... De grands centres religieux émergent, composés de plusieurs édifices (cloître, église, monastère et cimetière), comme dans l'Ensemble Conventuel Saint-Jean à Lespinasse. Parallèlement, les châteaux forts apparaissent, liés à des aménagements défensifs autour des villes, comme des remparts. Ces édifices subissent de nombreux remaniements, comme à Saint-Nicolas-de-la-Grave où le château est daté du XII^e, puis des XIII^e, XV^e et XIX^e siècles.

Les sites du Moyen-âge central, à l'instar de la période précédente, sont localisés en majorité sur la basse terrasse. Leur proportion est cependant moins importante, avec 48%. L'occupation de la moyenne terrasse prend de l'ampleur, avec 31% des gisements et les découvertes sur les formations ante-Holocène atteignent 84%, soit un chiffre comparable à la répartition de la phase ancienne. La représentation cartographique de l'occupation montre une meilleure représentation des bords externes des terrasses alluviales, en particulier de la basse terrasse. L'hypothèse d'une superposition de l'occupation moderne aux installations médiévales peut être proposée. Les zones de faible altitude semblent peu attractives en raison du très faible rendement archéologique. Cependant, la

découverte de nombreux édifices religieux dans la basse plaine pose l'hypothèse d'une occupation plus importante dans les zones de basse altitude que le suggère les données actuelles.

De manière générale à l'échelle du Sud-Ouest de la France, l'habitat isolé devient rare et plutôt à vocation agricole, tandis que les villages se multiplient. L'espace cultuel, indissociable de l'espace funéraire, se situe plutôt en périphérie du bourg et l'espace est délimité par un mur d'enceinte (Guillot 2010). Il peut également être, à l'instar de ce qui a été repéré dans la plaine alluviale de la Garonne, totalement isolé de l'habitat et présente alors plus rarement un espace funéraire. Le bourg se pare fréquemment d'aménagements défensifs au cours de cette période, suite aux guerres successives de religion et de territoire. Ce dernier est placé à la fois sous l'autorité de l'Eglise et sous l'autorité d'un seigneur, symbolisé par l'apparition de châteaux-forts. Ces phénomènes sont synchrones dans l'ensemble du Sud de la France, gommant les disparités culturelles locales de la Moyenne Garonne.

3.2.2.7.3. Le Bas Moyen-âge

Au Bas Moyen-âge, la monarchie reprend progressivement le pouvoir dans un contexte de révolte populaire (Gauvard 2008). Cependant, la Guerre de Cent ans entraîne d'importantes crises à la fois politiques et sociétales avec la disparition progressive de la féodalité, et l'unification du territoire dès le milieu du XV^e siècle. En réponse à cette période troublée, peu de vestiges sont répertoriés. La typologie des vestiges est très différente des phases précédentes, avec une très faible représentativité des vestiges à caractère religieux ou funéraire et un déficit général d'informations.

Seulement vingt-deux sites sont affiliés à la phase médiévale récente, avec une typologie variable. La construction ou la reprise de plusieurs sites fortifiés est attestée, dont le château fort dans la plaine du Tarn déjà référencé durant la phase centrale. A Saint-Cassian, le château fort est pris par les calvinistes, utilisé comme place sûre protestante, avant d'être détruit en 1621. Seuls trois nouveaux monuments religieux sont référencés et localisés à Castelsarrasin, Merville et à Belleperche.

Au Bas Moyen-âge, la tendance à l'occupation de la basse terrasse s'inverse de peu au profit de la moyenne terrasse, avec respectivement 9 et 12 sites. La plaine alluviale est en revanche quasiment abandonnée, avec seulement un gisement référencé. Le schéma d'occupation montre deux zones plus concentrées, à Toulouse et Moissac. Ces deux secteurs sont particulièrement influents religieusement au cours de l'époque médiévale et constituent donc des secteurs attractifs car dynamiques. En l'état actuel des données, nous attribuons cette faible représentation du Bas Moyen-âge à une diminution volontaire des aménagements, en raison d'une part de constructions à usage pérenne depuis le début de la période médiévale, et d'autre part de la Guerre de Cent ans, peu propice à de grands projets couteux.

Au Moyen-âge, l'uniformisation initiée au cours de l'Antiquité s'accroît, avec des seuils d'évolution synchrone et de nature similaire entre le Rhône et la côte atlantique. Au début du Haut Moyen-âge, les mutations sociétales entraînent une redéfinition des modalités de l'occupation du territoire. Les sites isolés de l'Antiquité sont délaissés au profit du regroupement des habitats autour d'un édifice cultuel. Ce schéma correspond à l'essor du christianisme, et marque le rapprochement entre les vivants et les morts. Il se poursuit tout au long du Moyen-âge, avec la formation de villages souvent fortifiés en marge d'un lieu de culte et d'un édifice seigneurial.

En résumé, les vestiges antiques et médiévaux dominent de la vallée, avec 64,5% des découvertes. Le Paléolithique reste marginal et limité aux plus hautes formations, tandis que l'occupation néolithique, plus dense, semble descendre dans des zones de plus basse altitude et voit les premiers regroupements d'habitats de grande ampleur. Le schéma de répartition de l'occupation

est très disparate pour les périodes post-Néolithique, entre désertification au Bronze moyen, au 1^{er} âge du Fer ou au Haut Moyen-âge et forte pression anthropique au Bronze final, au Haut Empire et à la fin de la période médiévale. La lecture chronologique de l'occupation de la section amont de la Moyenne Garonne révèle donc un espace dynamique et attractif, dans lequel les seuils de densité de l'occupation trouvent leur origine dans des causes diverses : climat, politique, économie... Ces perturbations sont amplifiées par des biais de connaissance et des biais taphonomiques, dont l'influence est variable selon les périodes. Un biais de connaissance est toutefois perceptible sur l'intégralité de la séquence chronologique. Il convient de rester prudent sur l'interprétation de ce schéma d'occupation. La hausse du nombre de vestiges antiques et médiévaux résulte de leur nature même, mieux conservés et plus accessibles. L'hypothèse d'une sous-représentation des gisements ante-antiques est donc cohérente avec les données actuelles. Dans le même temps, la forte représentativité de la basse terrasse est souvent liée à un biais de connaissance moins important que dans la plaine alluviale. Cette dernière est en constante évolution depuis la fin du Tardiglaciaire, perturbant le schéma archéologique au gré des migrations du cours d'eau. Afin d'en discerner les premiers impacts, un essai de corrélation entre les sites archéologiques et leur distance au chenal a été réalisé par le biais du SIG.

3.3. Quelle place pour la plaine alluviale ?

Le corpus archéologique peu important a contraint la lecture majoritairement à l'échelle de la vallée pour une meilleure restitution des dynamiques de peuplement. La plaine alluviale reste pourtant l'unité géomorphologique privilégiée en termes de recherche. A partir de la synthèse de l'occupation, il s'agit ici de tester l'attractivité et les taux de variation de peuplement. Les premières analyses du schéma de l'occupation ne permettent pas de définir une co-évolution milieu-société dans la plaine alluviale de la Garonne. Le Système d'Information Géographique a permis de poser les jalons de la chronologie d'édification latérale de la plaine alluviale et ses conséquences sur la répartition de l'occupation depuis le Néolithique.

Les analyses statistiques des répartitions géographiques, géomorphologiques et chronologiques ont permis de dresser un premier bilan de l'occupation dans la plaine alluviale et des zones de concentration. Cependant, ces résultats sont fortement altérés par un biais de connaissance et un biais taphonomique qui pourraient être importants si l'on se base sur les données d'autres vallées fluviales (cf. chapitre 1). Dans le même temps, le faible nombre d'entités archéologiques ne permet pas de définir la part de chaque biais dans ce schéma d'occupation de l'espace alluvial. Par conséquent, les traitements statistiques ont volontairement été restreints afin de limiter l'influence des biais et la multiplication des pistes infructueuses.

En l'absence de chronologie d'édification déjà établie de la plaine alluviale, les données archéologiques pourraient palier à ces lacunes en définissant une aire d'extension maximale de l'occupation *in situ* pour chaque période. Cet espace correspondrait alors à l'emprise maximale de la dynamique hydrosédimentaire et fixerait un calendrier général de migration du chenal garonnais dans un contexte sédimentaire relativement homogène. Dans le SIG, l'outil « zone tampon », paramétré sur un pas de 50m, a permis d'identifier plusieurs paliers dans l'occupation archéologique à travers une représentation graphique (figure 39). Chaque période historique est représentée par un linéaire correspondant au nombre cumulé de sites à partir de leur distance au chenal actuel. Les limites des différentes unités morphologiques sont volontairement floues, matérialisant leur variabilité spatiale sur le terrain.

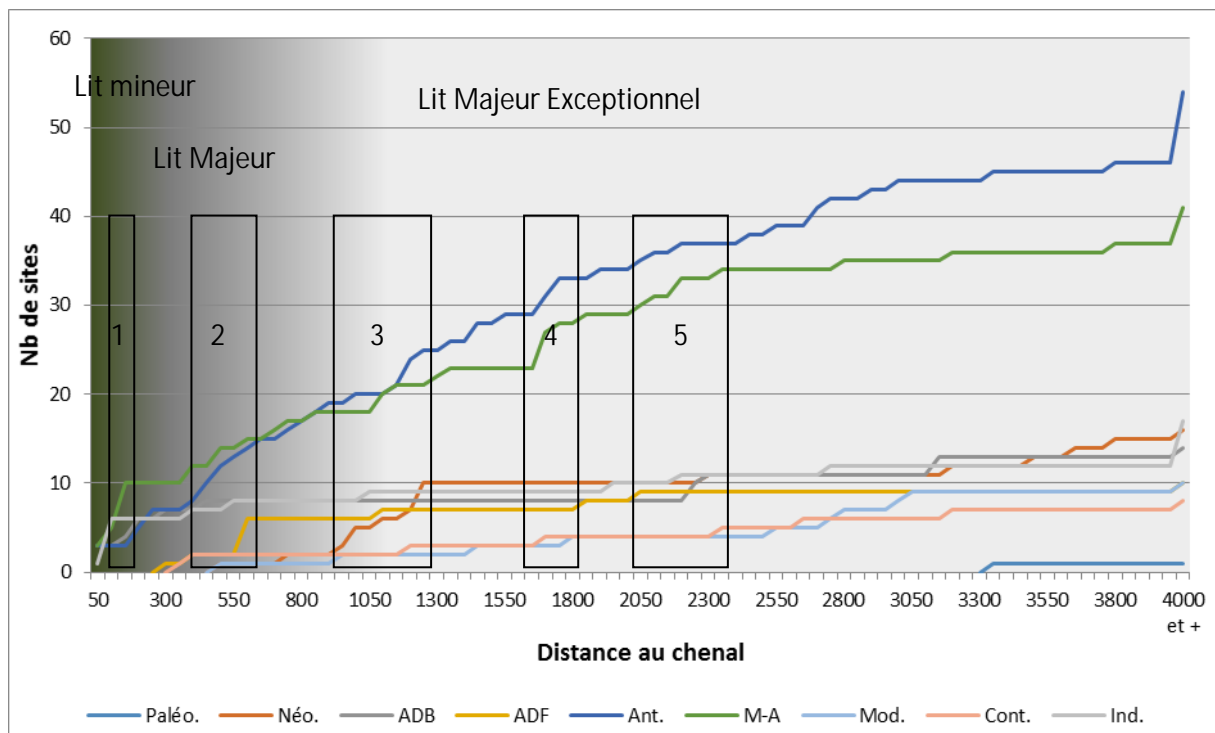


Figure 39 : Courbes cumulatives de sites archéologiques chronologiquement attribués par rapport au chenal garonnais

La représentation graphique de la relation spatiale entre le chenal et les sites archéologiques a permis d'identifier un certain nombre de seuil plus ou moins réguliers et marqués par une forte augmentation du nombre de sites référencés. Un premier seuil (1) se situe à environ 150m du chenal de la Garonne, correspondant aux abords immédiats du cours d'eau. Les sites repérés sont majoritairement médiévaux et liés à l'aménagement du chenal, notamment à Toulouse. Les moulins et les dépôts mobiliers divers complètent l'inventaire. Aucun site anté-médiéval ne livre des indices d'une occupation pérenne.

Entre 400 et 600m, un second seuil (2) est identifié, globalement similaire aux marges du lit majeur, et avec près de vingt sites référencés sur 200m. Toutes les périodes chronologiques sont représentées mais les vestiges présentent encore des caractéristiques de remaniement très marquées et fréquentes.

Entre 900 et 1250m (3), la transition entre lit majeur et lit majeur exceptionnel montre une croissance plus forte des sites archéologiques, avec 21 nouvelles références. Cet espace est dominé par les alluvions holocènes anciennes et épargnée de la dynamique fluviale récente par un léger talus discontinu d'environ un à deux mètres, identifié sur carte I.G.N. Il représente donc un emplacement favorable aux installations, protégé d'une grande partie des crues de la Garonne, comme le confirme les premières concentrations de gisements dans le secteur de la confluence Hers/Garonne.

Entre 1650 et 1750 (4), l'augmentation des sites archéologiques concerne uniquement les références antiques et médiévales. Cette distance correspond à l'extension maximale du lit majeur exceptionnel dans la quasi-totalité de la plaine alluviale, tandis que les marges de cette unité morphologique constituent la localisation préférentielle des sites antiques et médiévaux (cf. 3.1.1.2.3.).

Entre 2050 et 2350m, un nouveau seuil (5) est atteint dans la distribution archéologique, mais de moindre importance que les précédents. Il représente une nouvelle concentration de gisements dans le secteur de la confluence Hers-Garonne, à la jonction entre Castelnau-d'Estrétefonds et Pompignan.

Au-delà de 2350m, la croissance ralentit, marquée par des hausses faibles mais régulières puisque les limites du lit majeur exceptionnel garonnais sont quasiment atteintes, tandis que le graphique montre une forte croissance au-delà de 4000m. Cette dernière correspond à la distance maximale de calcul retenue, l'intégralité de la plaine alluviale de la Garonne ainsi que les nombreuses confluences jalonnant le linéaire y étant incluses. Seuls les sites situés plus en profondeur dans les vallées affluentes restent exclus, comme pour la Save ou le Tarn.

Les premières observations montrent une surreprésentation de gisements antiques et médiévaux dans la plaine alluviale, tandis que les mille premiers mètres cumulent près de 40% du total des effectifs. L'ordre chronologique d'apparition des vestiges est peu probant dans cette représentation, en raison notamment des objets mobiliers découverts en contexte fluvial ou des aménagements des berges protohistoriques, antiques et médiévaux. L'absence d'indices concrets sur les modalités de leur dépôt ne permet pas l'exclusion des gisements mobiliers et la relation entre ces objets et une occupation à long terme reste délicate à établir. Les premiers vestiges néolithiques apparaissent à 500m du chenal actuel et seulement un se situe dans l'emprise du lit majeur. L'absence d'information supplémentaire ne permet pas de définir un seuil cohérent de stabilisation de la plaine alluviale au Néolithique. Le plus ancien site à occupation pérenne attestée est situé à moins de 200m du chenal en rive gauche et est daté de l'âge du Bronze, contre plus de 2200m en rive droite au Bronze final. La bande active post-âge du Bronze apparaît donc très importante, mais à la variabilité spatiale probablement très importante puisque le tronçon intra-toulousain est fixé dans le tracé actuel à la même période par le gué du Bazacle. À l'âge du Fer, la distance d'apparition des premiers sites pérennes est réduite à 600m du chenal actuel, et jusqu'à 300m pour des découvertes remaniées. Si les données archéologiques de l'âge du Fer sont peu exploitables en termes de schéma d'occupation, un premier palier dans l'édification de la plaine alluviale est identifié, réduisant la bande active à seulement 600m en rive droite par rapport au chenal actuel. L'extrapolation sur l'ensemble du linéaire analysé reste en revanche trop aléatoire et il convient de rester prudent sur l'emprise réelle de la migration depuis l'âge du Bronze en raison du faible nombre de sites. Ce type d'analyse présente seulement l'extension maximale de la dynamique alluviale, en considérant la restitution de l'occupation comme exhaustive, ce qui ne semble pas être une hypothèse de travail pertinente sur ce secteur. Les vestiges antiques sont stables et pérennes entre 500m en rive gauche et 600m en rive droite autour du chenal, marqués par de grandes *villae in situ*. Datées de la période républicaine et du Haut-Empire, ces données corroborent les éléments obtenus précédemment à l'âge du Fer et démontrent une amplitude latérale qui pourrait être relativement limitée.

Au Moyen-âge, les gisements les plus proches du chenal sont situés à Toulouse, et témoignent d'un chenal stabilisé et au tracé comparable à l'actuel. Les sites résultent de l'exploitation du cours d'eau dans la ville de Toulouse et démontrent une accentuation de la pression urbaine sur le fleuve. Dans le reste de la vallée, les premiers témoins d'occupation non remaniés se situent à environ 500m du cours actuel de la Garonne. Cette stagnation de la distance vestiges-*in situ*/chenal actuel montre que les bordures externes du lit majeur sont stables depuis la fin de l'Antiquité, tandis que les occupations du lit majeur démontrent encore une forte instabilité. Entre 300 et 2500m du chenal, les vestiges modernes et contemporains sont peu nombreux en raison des risques des crues. Si la récurrence de cet aléa est variable mais a constitué une contrainte depuis le Néolithique, la perception du risque a évolué au cours du temps. Pour les populations modernes, les enjeux semblent plus importants, la basse terrasse devenant alors la zone d'occupation privilégiée au détriment de la plaine alluviale réservée aux activités agricoles.

La confrontation des données spatiales et archéologiques n'apporte que peu de résultats dans la plaine alluviale. Les données taphonomiques sont très lacunaires mais en rive droite, l'extension

maximale de la dynamique alluviale est inférieure à 600m du chenal actuel depuis l'âge du Fer. Elle a peu évolué jusqu'à la fin du Moyen-âge, tandis que l'ampleur des travaux d'aménagements modernes de stabilisation du chenal ne sont pas proportionnels à la densité de l'occupation. Des seuils de plus forte augmentation de la densité d'occupation ont été relevés, plutôt tributaires des modalités de découverte des sites archéologiques et dans une moindre mesure du modelé géomorphologique de la plaine alluviale. Toutefois, ces observations ne peuvent être, en l'état actuel des connaissances, étendues à l'ensemble de la zone d'étude, faute de données suffisantes.

3.3.1. Évolution de l'attractivité de la plaine alluviale

Ce paragraphe a pour objet l'étude de la répartition des sites archéologiques par grande période chronologique, suivant leur localisation entre la basse plaine et le reste de la vallée. Son objectif est donc de fournir une métrique pour mesurer l'attractivité comparée de la plaine en comparaison de la vallée, c'est à dire en éliminant les biais liés à la croissance ou de la décroissance du nombre de sites. Pour cela, le nombre de site par période dans chacune des deux unités a fait l'objet d'un test de khi2 (cf. annexe 2). Les principaux éléments qui ressortent de cette analyse montrent une variabilité de la relation entre peuplement et unités géomorphologiques. Pour le Néolithique, l'Age du fer, l'Antiquité et la période médiévale, il ne semble pas exister de différence significative au seuil de 95 % entre les deux unités. Cela signifie qu'il n'existe ni attractivité ni répulsivité de la vallée de la Garonne au cours de ces périodes. Par contre, l'Age du Bronze et la période Contemporaine sont caractérisées par des écarts significatifs dans la répartition des sites. Cependant, cet écart traduit des dynamiques antagonistes pour ces deux épisodes. Alors que pour l'Age du Bronze, le nombre de sites observés dans la basse plaine est très inférieur aux effectifs théoriques et traduit donc une « répulsivité » de la vallée, la période Moderne et Contemporaine se caractérise par une sur-représentation forte des sites de la basse plaine. Si l'anomalie de l'Age du Bronze peut être liée à des phénomènes environnementaux (phase humide du Bronze moyen ou du Bronze final), la forte attractivité observée pour la période Moderne et Contemporaine est liée à la nature des vestiges (cimetières, églises...), et à leur surdéclaration en contexte de plaine, où ils apparaissent d'avantage isolés et incongrus ainsi qu'à leur forte préservation.

3.3.2. Comparaison plaine/vallée des dynamiques d'occupation

Une seconde manière de synthétiser la dynamique de peuplement de la vallée et de la plaine alluviale est de regarder les taux de variations du peuplement entre les périodes pour les deux unités géomorphologiques (figure 40). En outre, cette représentation des dynamiques de peuplement pourrait permettre de comparer ultérieurement la trajectoire du peuplement avec d'autres systèmes valléens.

Pour la première inter-période (Néolithique-Age du Bronze), la croissance du peuplement est légèrement positive dans la vallée alors qu'elle est négative pour la plaine, ce qui confirme les résultats du paragraphe précédent. Au cours de la période suivante, les dynamiques s'inversent et la plaine semble proportionnellement plus attractive que la vallée en général.

La période antique se démarque par un taux de croissance Age du Fer-Antiquité sans équivalent. Si cette explosion du peuplement bénéficie aux deux unités, elle est légèrement plus prononcée pour la vallée que pour la plaine. Entre l'Antiquité et la période Médiévale, les taux de variation sont faibles et bénéficient légèrement à la plaine. Enfin, la période Moderne et Contemporaine est marquée par une décroissance dans toutes les unités, qui traduit avant tout la sous-déclaration des entités dans la base de données.

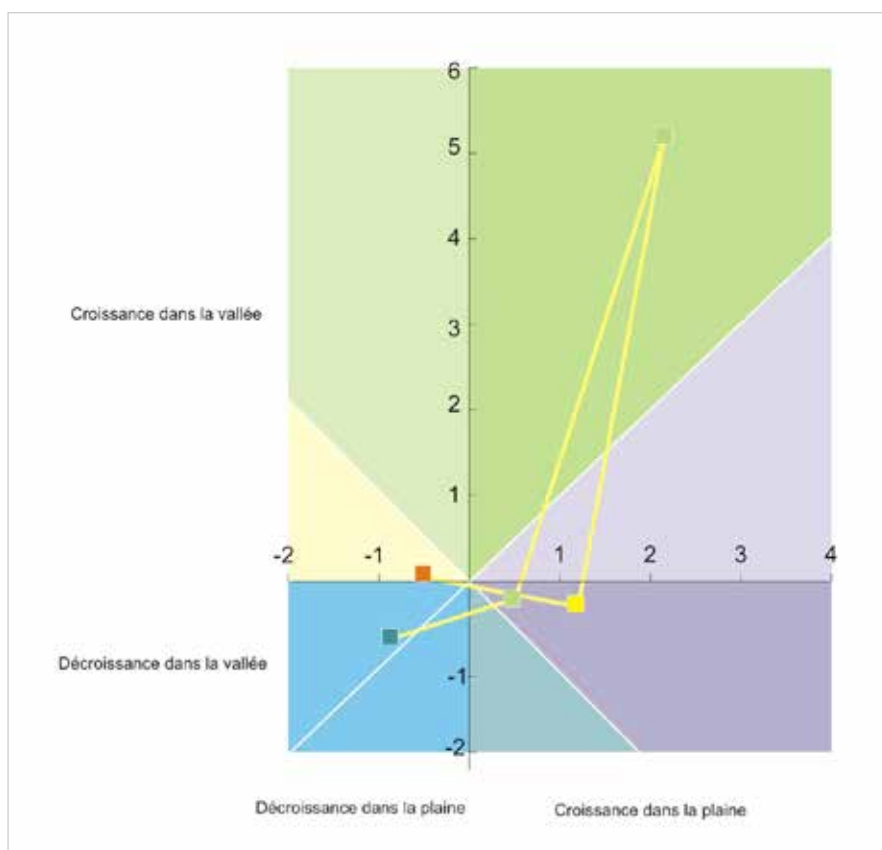


Figure 40 : Schéma comparatif des taux de variation du peuplement dans la vallée et dans la plaine

En conclusion, l'analyse du schéma d'occupation de la vallée de la Garonne a fourni un certain nombre d'informations sur les modalités de répartition des vestiges. On distingue des zones de concentration récurrentes au fil des siècles, comme Toulouse, la confluence Hers-Garonne et l'extrême ouest de la plaine alluviale du Tarn, qui se révèlent être des secteurs d'aménagements récents soumis à des fouilles de sauvetage de grande envergure, ainsi qu'une unité morphologique préférentielle, la basse terrasse, lors de l'implantation des populations. La plaine alluviale n'est que peu représentée et livre des gisements souvent détériorés. Chronologiquement, la dynamique de l'occupation montre une densité variable depuis le Néolithique, atteignant son paroxysme au Moyen-âge, notamment grâce à la nature et l'accessibilité des vestiges. Dans la plaine alluviale, les prémices de la relation entre la chronologie des gisements *in situ* et de la formation du socle de la plaine alluviale ont pu être évoquées mais la faiblesse de l'occupation et le manque d'informations sur la taphonomie des gisements en altèrent les résultats. L'influence des biais taphonomique et de connaissance contraignent donc fortement la restitution de l'occupation et l'interprétation des données en l'état actuel des connaissances.

Si la quantification de l'impact du biais de connaissance est un élément complexe, en revanche l'influence des processus taphonomiques peut être, au moins en partie, envisagée par l'étude géomorphologique du milieu. Dans le cadre de la Garonne, l'instabilité légendaire du fleuve semble être au cœur de la mauvaise restitution archéologique de la moyenne vallée. Mais dans quelle mesure ? Les processus taphonomiques se sont-ils joués seulement à l'échelle locale ou de la plaine ? Quelle pourrait être l'ampleur de la perte d'information ? Le second volet de cette étude, sur l'évolution géomorphologique de la basse plaine garonnaise, pourrait apporter des éléments de réponses à ces questions.

IV. Résultats géomorphologiques

L'analyse des données archéologiques a révélé l'existence de zones préférentielles d'occupation à l'échelle de la vallée ainsi que des variations dans le temps de ces occupations. Si ces fluctuations peuvent trouver leur origine dans des transformations politiques, économiques et sociales, des causes environnementales liées notamment aux fluctuations hydroclimatiques, cumulées ou non avec les facteurs précédents peuvent également être à l'origine de ces évolutions du réseau de peuplement. Toutefois, il est souvent difficile d'établir un lien causal entre évolutions socio-démographiques et environnementales (Brown 1997), et la coïncidence ou la synchronie entre les deux séries d'événements doit être analysée avec prudence. La tentative de reconstitution de l'évolution de la plaine alluviale de la Garonne a été menée dans quatre secteurs répartis sur l'ensemble du linéaire fluvial. Le choix de ces zones combine facteurs objectifs (potentiel et données archéologiques existantes, zone d'enregistrement des migrations de la Garonne matérialisée par des paléochenaux...) mais aussi des facteurs plus opportunistes, notamment la présence de gravières qui fournissent les rares coupes exploitables dans un paysage marqué par l'absence de reliefs. Les difficultés techniques liées aux carottages, qui ont nécessité une adaptation du matériel, mais aussi l'absence ou la faiblesse des remplissages de certains paléochenaux ont rendu impossible l'exploitation de certains carottages en raison de l'importante bioturbation. L'ensemble de ces éléments conduit à des résultats hétérogènes suivant les zones étudiées. Si les secteurs de la confluence Hers-Garonne au niveau de Castelnau-d'Estretfonds, de Bourret et plus partiellement de Saint-Porquier fournissent des résultats importants et novateurs, les résultats obtenus à Verdun-sur-Garonne s'avèrent beaucoup plus limités. De surcroît, la découverte inattendue d'un gisement de bois fossiles, le plus important répertorié dans la vallée de la Garonne à ce jour, a mobilisé des moyens notamment de datation ^{14}C , qui nous ont contraints à des choix stratégiques. Parallèlement, la recherche de pièges sédimentaires favorables à la préservation des pollens afin d'obtenir une séquence de référence couvrant la majeure partie de l'Holocène s'est là aussi avérée une tâche difficile, les remplissages organiques se révélant particulièrement rares. Seule la séquence de Saint-Porquier s'est révélée pollinifère et a fourni le premier diagramme palynologique de la moyenne vallée de la Garonne. Si ce gisement livre des informations essentielles, la qualité médiocre de préservation de la séquence et ses limites chronologiques n'ont pas permis de remplir l'ensemble des objectifs initiaux attendus. Il apporte cependant des éléments de confirmation et des pistes de recherches sur les premiers impacts anthropiques en moyenne Garonne non négligeables. Les quatre secteurs étudiés sont présentés suivant une logique amont-aval.

4.1. La confluence Hers-Garonne

Les données archéologiques recueillies sur le secteur (cf. chapitre 3) ont montré tout l'intérêt de cette zone d'après l'évolution du peuplement depuis le Néolithique moyen jusqu'à la période Médiévale (Migeon 1997, Poignant *et al.* 1997, Bruxelles *et al.* 2010, Lelouvier *et al.* 2010). Les observations réalisées sur ce segment du linéaire fluvial soutendent une évolution du peuplement qui pourrait être étroitement conditionnée par la présence de la confluence entre Hers-Girou et Garonne et son évolution. Un des objectifs de travail était donc, au travers de l'étude des coupes des gravières, de la BSS du BRGM et de la géophysique (profils ERT), de proposer un schéma d'évolution de ce secteur.

4.1.1. Présentation du site

A une trentaine de kilomètres au nord de Toulouse, la zone de travail de Castelnau-d'Estrétefonds est située le lit majeur exceptionnel de la plaine alluviale de la Garonne (figure 41). Ce secteur a fait l'objet d'une intense activité d'exploitation de granulats. A l'ouest, le chenal de la Garonne s'écoule à environ 2km. A l'est, la basse terrasse se situe à environ 1km, et la transition entre la plaine alluviale et cette unité est marquée par un talus d'environ 2 à 3m, qui limite les deux formations. Ce secteur est très ponctuellement alimenté par des dépôts de débordement de la Garonne lors de fortes crues et déconnecté des apports latéraux de versant. Toutefois, les observations faites lors des hautes eaux de 2013 et 2014 montrent des apports très limités en fines lors des crues décennales. Cette situation s'explique par une topographie peu différenciée, où seules les unités fonctionnelles de la plaine alluviale se distinguent par un dénivelé brutal d'1m environ. La restitution de la micro-topographie est un exercice complexe dans ce secteur en-dehors des lits mineurs et majeurs. L'emprise de la gravière de près de 2km² est constituée de multiples fosses d'extraction qui ont totalement bouleversé le paysage alluvial. Le dépouillement des données du BRGM a permis de dresser un premier état de la stratigraphie locale de la plaine et notamment d'estimer l'épaisseur du remplissage. La nappe graveleuse de fond apparaît entre 3 et 6m de profondeur dans ce secteur. Elle est recouverte par un épais niveau sablo-limoneux à limoneux qui oscille entre 2 et 5m d'épaisseur. Plus ponctuellement, la transition avec la nappe graveleuse passe par un niveau sableux gris (Lelouvier 2010). Au sommet, le remplissage est colmaté par des argiles limoneuses brunes sur environ 1m d'épaisseur.

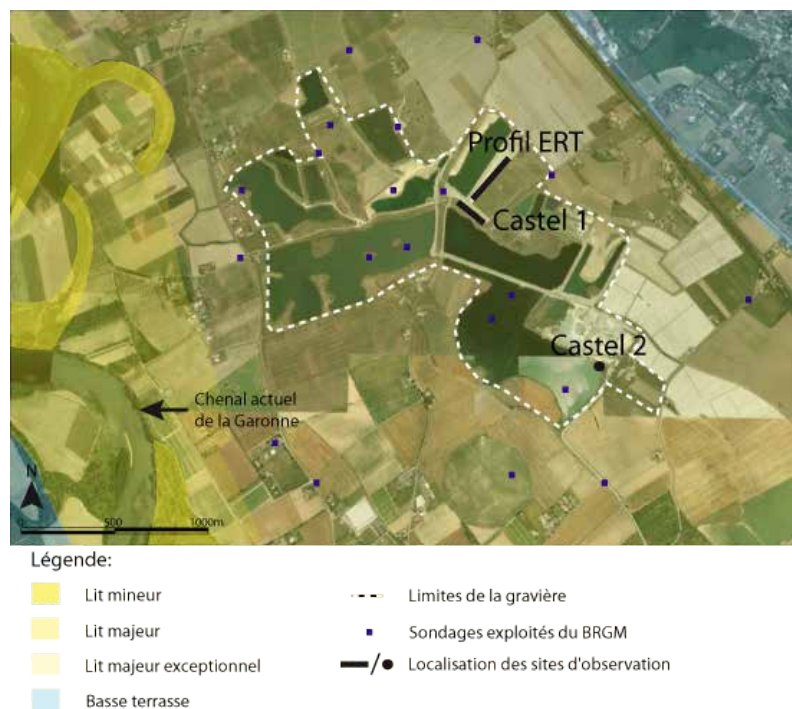


Figure 41 : Localisation de la zone de travail dans le secteur de Castelnau-d'Estrétefonds

Les observations sur cette zone de travail ont été réalisées sur 2 sites. Tout d'abord une ancienne fosse d'extraction encore non rebouchée et réhabilitée (Castel2). La présence de remblais importants (>3 m) a interdit la réalisation de profils ERT qui auraient permis de compléter nos observations sur la relation avec la nappe graveleuse. Nos travaux ont ensuite bénéficié de l'ouverture d'une nouvelle fosse d'extraction au nord-ouest de la gravière. Ce secteur a par ailleurs fait l'objet d'un diagnostic archéologique et de quelques observations géomorphologiques (Lelouvier 2010). Les observations

réalisées à trois reprises sur ce secteur en raison de la vitesse de recul du front de taille ont conduit à relever une quinzaine de logs de référence. Ces observations ont été complétées par deux profils ERT à espacement de 1 et 2 m qui permettent de compléter les données de surface. Une partie de ces observations a fait l'objet d'une publication (Carozza *et al.* 2013).

4.1.2. Castel 1

L'ouverture d'une nouvelle fosse d'extraction à l'extrémité nord de la gravière en 2011, sur la commune de Pompignan, a créé un nouveau front de taille frais. Une quinzaine de logs a été relevé, mais en raison du caractère homogène du remplissage, seul le transect sud-ouest, constitué de cinq logs, sera présenté en détail. Il permet l'observation d'un vaste paléochenal à la transition entre charge sableuse et limono-argileuse. La chronologie est comprise entre la fin du Néolithique et l'Antiquité ce qui, associé aux données déjà collectées, permet de proposer un schéma d'évolution pour l'Holocène.

4.1.2.1. Description des faciès sédimentaires

Sur l'ensemble des coupes du secteur Castel 1, trois unités stratigraphiques sont systématiquement observées : la nappe graveleuse, les « limons sableux jaunes » à la base et les limons argileux bruns au sommet. Sur la berme est, un quatrième niveau sableux est ponctuellement observé. Ces deux derniers niveaux sont fréquemment les **seuls** témoins de l'histoire géomorphologique holocène dans ce secteur. Un linéaire de cinq logs a été relevé afin de définir les modalités fonctionnelles et chronologiques du remplissage (figure 42).

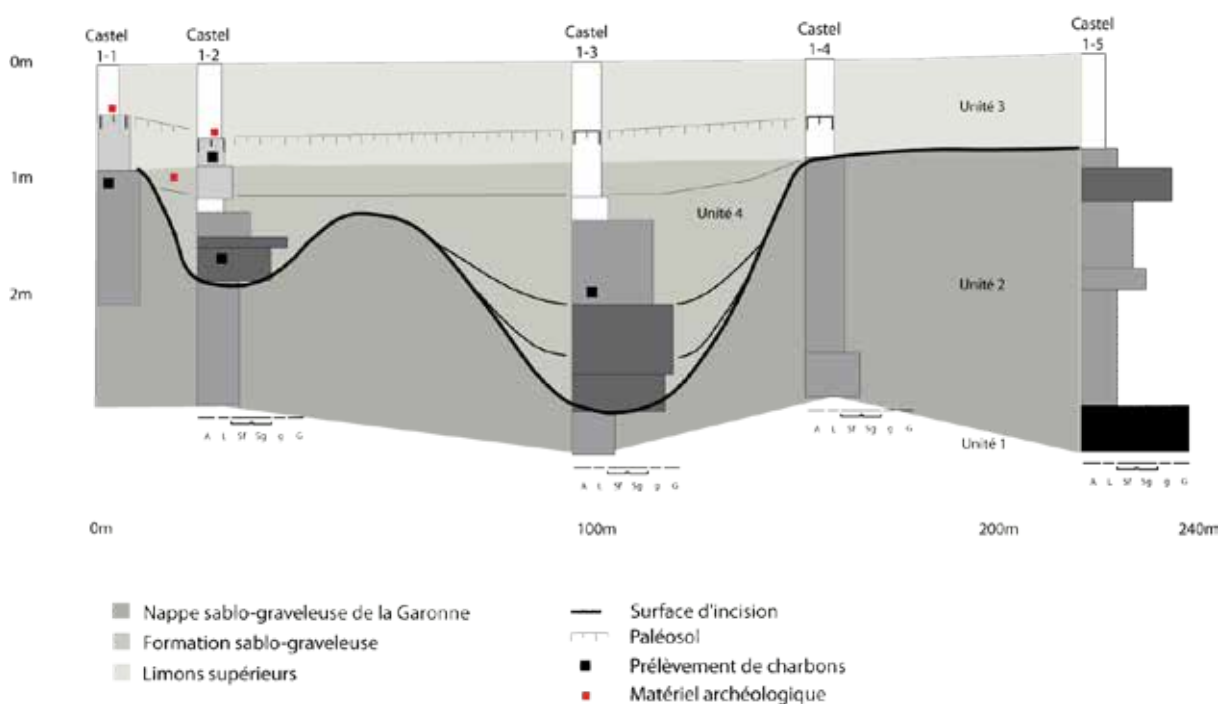


Figure 42 : Relevé synthétique de la coupe Castel 1

La nappe graveleuse constitue l'élément privilégié de l'extraction de granulat, ce qui la rend particulièrement difficile à observer dans une gravière. Elle affleure uniquement à la base des coupes, parfois jusqu'à 1m dans d'anciennes fosses d'extraction. Une observation régulière à l'échelle de la gravière a permis d'identifier certaines caractéristiques. Cette unité est constituée de galets (diam. max. 15cm) et de graviers pris dans une faible matrice sablo-limoneuse. Si aucune

organisation des éléments grossiers n'a pu être observée, plusieurs formes convexes d'origine alluviale ont été identifiées, en raison de leur colmatage plus sableux. Au sommet, elles rendent le profil de la nappe graveleuse irrégulier, sans qu'une récurrence métrique ne puisse être dégagée. Aucun élément de datation n'a été découvert dans cette unité.

Les « limons jaunes » ont été décrits par Hubschman (1974). Il s'agit en fait d'un ensemble de formations sablo-limoneux, de couleur jaune pâle à soutenue, qui présente des faciès variés. La présence fréquente de granoclassements, de stratifications planes ou obliques ou de structures de ravinements attestent d'une mise en place principalement dans des environnements dynamiques de type fluvial à charge sableuse dominante. On note également dans ces niveaux une intense redistribution des carbonates, qui se matérialise par des carbonatations diffuses pouvant localement prendre l'aspect d'un ciment, mais plus souvent de carbonatations localisées de type « poupées » de petite taille. Un des critères de reconnaissance de cette formation est, outre sa couleur, son abondante malacofaune. *Trochoidea geyeri* constitue l'espèce dominante, mais *Vallonia excentrica* et *Pupilla muscorum* sont également très fréquents (Bruxelles *et al.* 2010). Les travaux de Magnin (1993) ont montré que *T. geyeri* était l'espèce dominante dans le sud de la France, notamment dans la vallée du Rhône, lors des phases froides. *T. geyeri* est caractéristique des espaces ouverts à très faiblement boisés (< 10 %) et tolère des températures annuelles moyennes comprises entre 4° et 12°. La température moyenne annuelle actuelle à Toulouse est de 13,4°. *Vallonia excentrica* et *Pupilla muscorum* sont également des espèces de milieux ouverts. Cette dernière espèce est parfois associée à des niveaux antérieurs au Tardiglaciaire (Rodriguez 1995), mais elle persiste dans le Nord de la France jusqu'à l'Alleröd (Pastre *et al.* 2000). Par ailleurs dans le Bassin Parisien, l'apparition de *V. excentrica* est considérée par Limondin-Lozouet (2002) comme un marqueur du Bölling. Si un échantillonnage précis et une analyse quantitative fine de ces malacofaunes reste encore à réaliser pour mieux caractériser les formations de limons jaunes, ces premiers éléments indiquent clairement une mise en place dans des milieux ouverts et plus froids que l'actuel. Les datations obtenues par Lelouvier *et al.* (2008) et Bruxelles *et al.* (2010) sur coquilles sont compatibles avec cette interprétation. Elles indiquent en effet une mise en place entre 17,4 et 14,2 cal BP. Si un effet « vieux carbone » n'est pas à exclure, leur cohérence avec les données paléo-écologiques indique que celui-ci est limité. En l'absence de données chronologiques sur la nappe à gravier, les relations stratigraphiques entre les deux formations restent peu claires. Le sommet de la nappe à galet montre fréquemment des inter-stratifications avec les limons jaunes, comme cela avait déjà été décrit par Hubschman (1974). Cette observation peut être répétée à la gravière de Castelnau.

L'unité 3 correspond à l'unité de couverture dans ce secteur. Il s'agit de limons argileux bruns et peu sableux bruns, à granulométrie décroissante dans la première moitié, d'environ 1m d'épaisseur et dont la moitié supérieure montre une altération pédogénique importante. Une structure feuilletée s'est localement mise en place. Ils correspondent à des dépôts de crues de plaine alluviale, en phase d'éloignement du chenal. Peu significatifs, ils n'ont pas fait l'objet de description détaillée comme les limons jaunes et d'aucune datation lors des opérations archéologiques précédentes. Leur chronologie est cependant plus récente. Un épandage de céramique est bien identifié à environ 0,50m de la surface sur une grande partie du site, associé à une altération pédologique. L'abondance de fragments d'amphores est typique de l'Antiquité. Aucune pièce ne permet cependant de préciser cette chronologie. Elle est corroborée par la découverte d'un tesson protohistorique lors de prospections autour de 0,90m de la surface. Cette unité est assez charbonneuse pour y réaliser des prélèvements, qui ont confirmés cette chronologie. Ces éléments permettent déjà d'établir un rythme général de sédimentation, assez lent depuis la Protohistoire et d'envisager un important hiatus sédimentaire entre les limons jaunes tardiglaciaire et ces dépôts limono-argileux bruns. La transition entre les deux unités ne présente pas de signes érosifs par les limons sableux.

Cette séquence stratigraphique est illustrée dans la coupe Castel 1, par les coupes Castel 1-1 et 1-5. Un grano-classement croissant des limons jaunes est observé dans cette dernière, où les limons sableux à la base laissent place à un niveau de galets à matrice sableuse grossière au sommet de l'unité 2. De manière générale, la seconde moitié du colmatage limoneux montre des faciès biodétritiques à structures planes obliques. Ils s'estompent en direction de la coupe Castel 1-4, qui présente un colmatage limono-sableux globalement homogène. L'unité 2 est ensuite largement incisée sur une centaine de mètres, en deux formes convexes de profondeur inégale (1,5 et 0,9m). Les coupes Castel 1-3 et 1-2, réalisées dans chacune des structures, révèle un colmatage globalement similaire. Cette nouvelle unité est très différente des trois unités de la séquence de référence. Il s'agit d'un colmatage à grano-classement décroissant des galets aux limons argileux. Le spectre pétrographique diffère de celui attribué aux dépôts de la Garonne. En raison de l'amplitude du chenal et de la localisation de la coupe, l'attribution de cette forme à l'Hers a été retenue. Dans la structure la moins profonde, un niveau de grave à granulométrie croissante de la base au sommet montre une surface de contact érosive avec les limons sableux jaunes. Au sommet, on note une séquence grossière de clasts à dominante de quartz laiteux de petite dimension (> 2cm), pris dans une matrice sablo-limoneuse. Des inclusions de charbon ont été repérées et prélevées pour datation. Au-dessus, trois niveaux de limons successifs viennent sceller ces dépôts grossiers. Premièrement, des limons sableux à structure prismatique dont le sommet est marqué par les processus de pédogénèse. Ensuite un second niveau à granulométrie plus fine et avec une raréfaction des sables et une évolution pédogénétique au sommet. Enfin, le dernier niveau est constitué de limons argileux brun sombre à inclusions de charbons et une altération pédogénique. Dans la structure la plus profonde, des paléoformes convexes illustrent les deux grandes étapes du colmatage, associées à un grano-classement croissant. Le premier niveau est constitué d'une grave clastique très grossière dissymétrique, suivi d'un second à granulométrie décroissante et épaisseur variable, typique d'un fond de chenal. Les limons sableux à structure prismatique, comparables aux matériaux identifiés dans la structure précédente, présentent au sommet une altération pédologique. Quelques inclusions de charbons à la base ont permis le prélèvement d'un échantillon pour datation. Ces deux structures, ainsi que l'ensemble de la gravière, ont ensuite été scellées par l'unité 3 sur environ 1m d'épaisseur. L'altération pédologique n'apparaît pas sur l'ensemble du linéaire, en particulier entre les coupes Castel 1-4 et 1-5.

L'érosion des limons jaunes par cette quatrième unité sédimentaire montre une phase d'incision d'intensité assez importante pour modifier le paysage. La forme générale de cette unité permet de proposer une phase d'incision scindée en deux parties, d'intensité en apparence inégale. L'antériorité de l'une par rapport à l'autre n'a pu être déterminée par les datations radiocarbone. En revanche, l'hypothèse de l'incision de la plus profonde au cours de la seconde phase apparaît plus plausible à la lecture de la stratigraphie.

4.1.2.2. Profil ERT

Perpendiculairement à la coupe Castel 1 et directement au sud du front de taille de la gravière de Pompignan, la réalisation d'un profil électrique d'une centaine de mètres. La restitution graphique (figure 43) montre un remplissage conforme aux observations de terrain, avec trois grands ensembles sédimentaires à la granulométrie décroissante. Les niveaux supérieurs montrent un environnement alluvial où le chenal garonnais laisse ensuite place aux paléochenaux de l'Hers-Girou.

La restitution électrique du colmatage de la plaine alluviale montre une organisation en trois parties sur près de 9m de profondeur. Au fond, les marnes argilo-sableuses tertiaires (unité 1) constituent le substrat des formations quaternaires et de la plaine alluviale. Elles sont matérialisées

par une résistivité comprise entre 72 et 260 Ω . Les marnes présentent un sommet irrégulier, dont la hauteur maximale dans ce secteur atteint seulement 6,5m de profondeur.

La seconde unité présente une forte résistivité ponctuelle, matérialisée par des mesures supérieures à 260 Ω et correspond aux graves de couverture de la plaine alluviale. Des concentrations globalement circulaires à plus forte résistivité sont perceptibles, avec des chiffres supérieurs à 490 Ω . Cette unité s'étend majoritairement entre 7 et 2,5m de profondeur, avec toutefois des pointes supérieures à 9m et inférieures au mètre. Deux unités ont été identifiées (2a et 2b) d'après leur morphologie. Elles correspondent aux paléochenaux garonnais à l'origine de la formation graveleuse et sont associées aux surcreusements des marnes tertiaires, mais également aux zones à plus forte résistivité. A contrario, la zone de transition est caractérisée par une baisse de l'érosion des marnes sous-jacentes et des mesures de la résistivité électrique. Les incisions fluviales ont accentué le relief déjà irrégulier du toit des marnes, tandis que le sommet des graves présente des caractéristiques similaires.

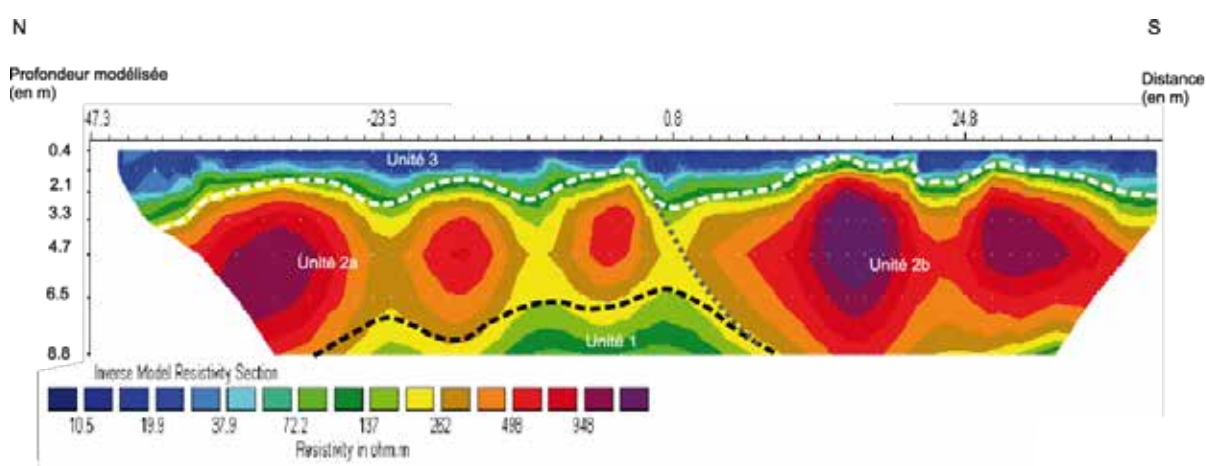


Figure 43 : Représentation graphique du profil ERT de la Confluence Hers-Garonne

Au sommet, la dernière unité présente une résistivité électrique décroissante de la base au sommet, comprise entre 10 et 130 Ω et constituée des limons supérieurs de couverture (unité 3). Le sommet irrégulier des graves a successivement été colmaté par les dépôts postérieurs, jusqu'à présenter aujourd'hui une topographie plane. Les formes les plus récentes, au nombre de trois et d'environ 2m de profondeur, ont été colmatées par les limons de couverture. Au sud, la première incision est dissymétrique, et la faible emprise latérale suggère qu'il pourrait s'agir soit d'un bras secondaire ou plus probablement d'un aménagement anthropique. La face nord très abrupte qui entaille une partie des limons à la base et un colmatage homogène d'environ 20 Ω plaident en faveur d'une forme d'origine anthropique, bien que la topographie à la base de l'unité 3 montre l'existence antérieure d'une dépression. Au centre du linéaire, une seconde forme d'environ 13m de large présente un fond et des berges dissymétriques, caractéristiques d'un chenal méandriforme. Le colmatage semble moins homogène que précédemment. On distingue une première phase mesurée autour de 72 Ω , suivi d'une seconde phase n'excédant pas 20 Ω . La résistivité électrique montre un faible niveau transitoire, dont les mesures se situent aux alentours de 40 Ω . Enfin, l'extrême nord du linéaire met en relief l'amorce d'une nouvelle incision, probablement plus profonde que la précédente. La configuration du colmatage suggère une mise en place polyphasée similaire à la précédente, bien que la seconde séquence de remplissage semble plus perturbée. Au centre du profil ERT, les caractéristiques de la paléoforme tendent à démontrer un phénomène d'origine naturelle et en particulier la mise en place d'un paléochenal. L'amplitude latérale peu élevée serait à créditer au complexe Hers-Girou, plutôt qu'à la Garonne. A l'extrême nord en revanche, le témoignage tronqué

d'une paléoforme ne permet pas d'en définir l'origine. Au sommet, les limons de couverture inférieurs à 20 Ω ont été déposés dans un second temps, colmatant la microtopographie.

La mesure de la résistivité électrique a donc permis d'identifier trois grandes séquences dans la plaine alluviale mais surtout d'observer leur forme et leur comportement à grande échelle. L'origine et les modalités de mise en place des graves ont été confirmées par la modélisation électrique, alors qu'elles restent difficile à observer à l'œil nu. Leur sommet irrégulier est accentué par l'incision de plusieurs paléochenaux attribués à l'Hers/Girou. Les limons de couverture présentent également des surfaces irrégulières, l'aplanissement topographique actuel résultant d'une seconde phase d'approvisionnement sédimentaire récente.

4.1.2.3. Chronologie

La chronologie de ces formations repose sur huit dates radiocarbone (tableau 20) réalisées sur charbon ainsi que sur les témoignages archéologiques recueillis lors des prospections de la gravière. Ces derniers offrent un terminus post-quem à haute résolution.

Lieu	Unité stratigraphique	Matériaux	Numéro laboratoire	Age BP	Age cal BP 2s
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 1-1	Sommet des limons jaunes	Charbon indét.	Poz-42111	7670 ± 50	8555-8386
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 1-2	Remblais alluviaux graveleux	Charbon indét.	Poz-42113	3360 ± 50	3715-3466
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 1-2	Limons argileux brun sombre	Charbon indét.	Poz-42112	2505 ± 30	2734-2471
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 1-3	Remblais alluviaux sablo-graveleux	Charbon indét.	Poz-42114	3365 ± 35	3694-3484
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 1-7	Limons argileux brun sombre	Charbon indét.	Poz-42115	2495 ± 35	2740-2440
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 1-7	Remblais alluviaux sablo-graveleux	Charbon indét.	Poz-42116	4010 ± 50	4790-4298
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 1-7	Remblais alluviaux sablo-graveleux	Charbon indét.	Poz-42117	3750 ± 40	4236-3985
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 1-8	Remblais alluviaux sablo-graveleux	Charbon indét.	Poz-42118	3640 ± 30	4083-3871

Tableau 20 : Liste des datations radiocarbone de Castel 1 (Castelnau-d'Estrétefonds)

Les limons sableux jaunes montrent un âge jeune de 76700 ± 40 BP (8555-8386 cal BP) qui sera discuté dans la synthèse. Au sommet, des installations néolithiques ont été repérées à proximité lors des opérations de sauvetage lors de l'ouverture de la gravière (Barbier *et al.* 1995, Migeon 1997, Poignant *et al.* 1997, Requi *et al.* 1999, Barbier 2002, Pons *et al.* 2004). Le remblaiement du paléochenal a livré deux dates, d'apparence cohérentes à moins d'1m d'écart : 3360 ± 50 BP et 3365 ± 35 BP, et qui donne respectivement un âge calibré compris entre 3715-3466 et 3484-3694. Cette chronologie est corroborée par la découverte de céramique du Bronze final IIIa (datation L. Carozza) au sommet de la sédimentation graveleuse qui colmate la paléoforme. Elle donne un arrêt du comblement alluvial contemporain dans ce secteur, repéré sur une grande partie du linéaire observé

(cf. dates Castel1-7, 1-8). Ensuite, un dernier groupe de dates 14C donnent une chronologie homogène aux alentours de 2600 cal BP (Castel 1-2 : 2505 ± 30 (2734-2471 cal BP), Castel 1-7 : 2495 ± 35 (2740-2440 cal BP)). Elle est cohérente avec le reste de la stratigraphie et en particulier avec la céramique protohistorique évoquée précédemment. Enfin, entre 0,60 et 0,40m, un niveau à faible densité a livré plusieurs tessons de matériel antique, comme des *tegulae* et des amphores, ainsi que des éléments médiévaux non discriminants.

4.1.2.4. Corrélations à l'échelle locale

Dans la plaine alluviale, plusieurs sondages ont été réalisés par le BRGM. Si une grande partie de ces forages sont inexploitable ici, certains ont fourni des informations supplémentaires sur la morphologie du plancher ante-Holocène et la stratigraphie du colmatage de la plaine alluviale. On distingue notamment une anomalie topographique de la nappe marneuse constituant le support du remplissage holocène.

Des corrélations sont déjà envisagées à ce stade (figure 44), notamment grâce à la visibilité privilégiée dont bénéficie cette coupe. Les limons sableux jaunes observés à la base de chaque coupe sont similaires. Les différentes inclusions présentent des variabilités de répartition et des densités équivalentes. On observe toutefois un grano-classement latéral croissant en direction de Castel 1-5, associé à des structures planes obliques au lieu d'empreintes de chenalisation au nord-ouest du linéaire. Dans les coupes 1-2 et 1-3, la succession des niveaux graveleux puis limoneux bruns est comparable, tandis que les unités limoneuses montrent les mêmes caractéristiques sédimentaires et structurales. L'hypothèse d'une paléoforme fluviale ayant érodé les limons sableux jaunes antérieurs est corroborée par les observations générales sur la morphologie des différentes unités stratigraphiques. Enfin au sommet, la couche supérieure de colmatage est clairement homogène sur l'ensemble du linéaire. Sur les coupes 1-1 et 1-2, un colmatage bi-phasé est cependant bien marqué, avec une évolution pédogénétique au sommet, bien moins perceptible sur les coupes 1-3 et 1-4, et invisible sur Castel 1-5.

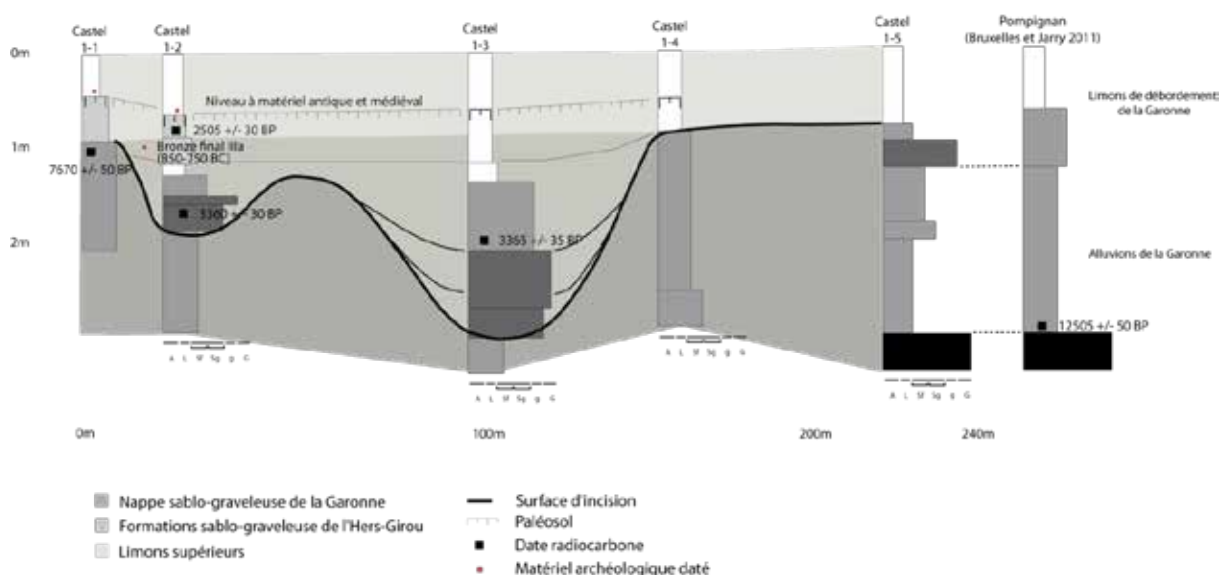


Figure 44 : Synthèse des données de Castel 1 (d'après Carozza et al. 2013)

Les relevés de la coupe Castel 1 montrent donc un remplissage en trois temps, globalement bien calés chronologiquement. Les limons jaunes résultent de processus alluviaux de la Garonne, datés entre 12505 ± 50 BP sur coquille dans une coupe aux faciès similaires réalisée à Pompignan (Lelouvier

2010, Bruxelles et Jarry 2011), et 7670±50 BP sur charbon au cours de ce travail. Ces datations sur coquilles doivent être utilisées avec précaution mais permettent d'établir une chronologie générale de mise en place au cours du Tardiglaciaire. L'échantillon de charbon obtenu ici n'a pu être déterminé et est à l'heure actuelle interprété comme un fragment racinaire témoin d'une stabilisation du paysage à la transition Boréal/Atlantique ancien. D'après L. Bruxelles (Bruxelles *et al.* 2010, Lelouvier 2010), ces dépôts résultent de variations latérales de faciès, où les niveaux limono-sableux proviennent de la remise en eau de paléochenaux. Ce sont leurs dépôts de crues qui constituent les accrétions de limons jaunes. Les analyses granulométriques sont venues confirmer l'origine alluviale de ces dépôts, mis en place en contexte de plaine d'inondation (Bruxelles *et al.* 2010). Ces phénomènes se seraient produits au plus tard jusqu'au Néolithique final, comme l'indiquent les sites archéologiques repérés au sommet des limons jaunes (Barbier *et al.* 1995, Migeon 1997, Poignant *et al.* 1997, Requi *et al.* 1999, Pons *et al.* 2004).

Dans un deuxième temps, un paléochenal est venu inciser les dépôts garonnais antérieurs. Il en résulte une forme dissymétrique, avec quasiment deux chenaux distincts, mais aux comblements synchrones. Il a entaillé les limons jaunes sur près de 2m entre la fin du Néolithique et la transition Bronze ancien/moyen. Cette date correspond au colmatage du paléochenal le plus profond, tandis que le second est toujours en fonctionnement. Les faciès sédimentaires montrent des matériaux détritiques issus des terrasses pléistocènes et de la molasse tertiaire. En raison d'une identification très localisée (Migeon 1997, Poignant *et al.* 1997, Lelouvier 2010, Pancin *et al.* 2011) et de la faible emprise du chenal, une attribution de la paléoforme au complexe Hers/Girou apparaît cohérente. Les dépôts alluviaux adjacents pourraient avoir disparu à la faveur d'une phase d'érosion importante, antérieure au Bronze final IIIb qui scelle la paléoforme. La durée de vie de ce paléochenal, avec un rythme incision-mise en eau-colmatage-érosion périphérique, s'insérerait dans une fenêtre chronologique relativement courte, dont les limites maximales s'étendraient entre 2200 et 850 BC.

La sédimentation post-âge du Bronze est relativement faible, avec moins d'un mètre d'accrétion depuis 2800 ans. Les premiers limons sablo-argileux bruns se mettent en place au court de l'âge du Fer, avant une stabilisation durant l'Antiquité marquée par des processus pédogénétiques et des traces d'occupation. La seconde phase sédimentaire post-antique est plus importante, avec une cinquantaine de centimètre de remplissage. Ce secteur de la plaine alluviale est alors déconnecté de la dynamique fluviale garonnaise et de l'Hers, où seules les fortes crues à faible récurrence viennent alimenter la stratigraphie. De même, l'intensification progressive de l'agriculture et l'aménagement du territoire isolent peu à peu cette zone des apports sédimentaires des terrasses alluviales.

4.1.2.5. Conclusion partielle

Les éléments acquis sur le site de Castel 1 ne permettent pas d'aborder la question de la mise en place de la nappe graveleuse. En revanche, une chronologie des couvertures supérieures peut déjà être proposée.

Les différentes méthodes mises en application sur le secteur de Castel 1 permettent de poser un certain nombre de jalons dans la chronostratigraphie locale :

- Les faciès de couverture dans le secteur de Castelnau-d'Estrétefonds sont constitués de deux ensembles distincts, avec les limons jaunes qui reposent directement sur la nappe graveleuse et les limons bruns qui viennent les recouvrir.

- La confrontation des données anciennes (Lelouvier *et al.* 2008, Bruxelles *et al.* 2010) et des datations acquises au cours de cette étude pose un cadre chronologique à la mise en place de ces formations supérieures. En ce qui concerne les limons jaunes, le calendrier s'échelonne entre 17500-14200 BP et 8500-8300 BP. Leur homogénéité et l'absence d'inclusions de matière organique rend toute précision chronologique impossible en l'état actuel. La vallée de la Garonne pourrait alors avoir

présenté un paysage de cours d'eau en tresse à charge principalement sableuse et à végétation arborée rare

- La mise en place des limons bruns traduit un changement profond de la dynamique fluviale. Les faciès de débordement deviennent dominants, ce qui démontre une réduction de la mobilité latérale et une tendance à la fixation du chenal. Localement, ces dépôts sont issus des apports de la Garonne mais aussi de l'Hers-Girou, qui constitue son principal tributaire en rive droite en aval de Toulouse. Il est ainsi possible de localiser la confluence entre les deux systèmes près de 3,6 km en aval de sa position actuelle entre 3700 et 3300 BP. Une mise en place en deux étapes de cette couverture limoneuse est envisagée. La première débiterait avant 3700-3300 BP et pourrait se poursuivre jusque vers 2700-2400 BP. Une diminution des apports semble se produire au cours de la période suivante, enregistrée par le développement d'un paléosol à structure prismatique et une nette horizonation. La reprise de la sédimentation est plus difficile à caler chronologiquement du fait des perturbations postérieures. La présence d'un niveau d'épandage de mobilier antique, notamment des fragments d'amphore italique, suggère un terminus post-quem durant le début du 1^{er} millénaire. La présence de mobilier de la fin du Moyen-Age et du début de la période Moderne vers 0,6 m suggère une phase ultime de construction de la plaine durant cet intervalle.

Pour conclure, la coupe stratigraphique Castel 1 a permis d'identifier différentes phases d'accrétion et d'incision : la transition Pléistocène/Holocène (accrétion), la transition Néolithique/âge du Bronze (incision) et du Bronze final à nos jours (accrétion). L'âge du Bronze semble une période charnière dans le paysage alluvial garonnais, avec une succession de processus sédimentaires de grande ampleur identifiés localement mais peu enregistrés à grande échelle.

4.1.3. Castel 2

Sur un ancien front de taille au sud-est de la gravière, le relevé d'une coupe de plus de 4m dans une incision du plancher graveleux montre un contexte de rivière méandrique à charge globalement sableuse abondante. Plusieurs dates 14C ont été réalisées et témoignent d'une vitesse de sédimentation rapide jusqu'à la fin de la Protohistoire. On assiste ensuite à un très net ralentissement de l'activité hydrosédimentaire dans ce secteur jusqu'à l'époque contemporaine. La difficulté d'accès et l'important niveau de remblais sus-jacents n'ont pas permis de pousser plus avant les investigations en diversifiant les modalités d'acquisition des données.

4.1.3.1. Description des faciès sédimentaires

La coupe Castel 2 montre une succession de faciès peu différenciés, colmatant des éléments plus grossiers à la base. L'analyse plus détaillée de la stratigraphie révèle un chenal en transit dans la plaine alluviale.

A la base, on observe un niveau conglomératique grossier et hétérogène visible sur une cinquantaine de centimètres (figure 45). Il est composé de galets d'origine pyrénéenne de 8cm de diamètre en moyenne, enrobés dans une matrice sablo-limoneuse peu dense, et disposés en stratifications globalement planes obliques. Il correspond au niveau de grave visible dans toute la plaine alluviale à la base du remplissage et marque une incision localisée, fossile d'un paléochenal (Lelouvier 2010).

Ces graves sont scellées par un épais niveau sableux triés et grano-décroissant de la base au sommet sur une épaisseur de 1,1m environ. Il est ponctuellement entrecoupé de niveaux à faciès conglomératiques, et est structuré par des litages aux limites obliques. A la base, des inclusions de bois ont été repérées remplacées ensuite par une concentration moyenne de coquilles. Les dépôts sableux médians présentent le même aspect lité, dont la base vient raviner les niveaux antérieurs,

montrant une réactivation ponctuelle du chenal. Au sommet, pédogénèse et battements de nappes ont constitué des encroutements racinaires et une carbonatation diffuse dans les sables fins gris clair. Ces variations de la nappe phréatique sont également signalées par les nuances orangées d'une partie des sédiments. Au sein des nombreuses inclusions de charbons, dont la faible usure témoigne de leur origine locale, trois échantillons ont été prélevés à 3,10, 3,00 et 2,80m pour datations de cette formation grossière, qui montre un fonctionnement de barre latérale de méandre, avec des reprises ponctuelles du paléochenal.

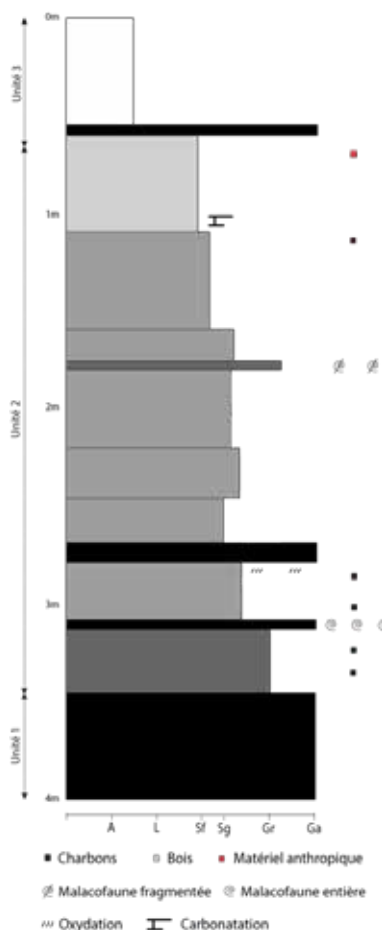


Figure 45 : Log synthétique de la coupe Castel 2

Entre 2,40 et 1,60m, les sables limoneux gris à beige homogènes sont à nouveau grano-décroissant, et structurés par des stratifications dans l'ensemble planes. Aux alentours de 1,80m, ces dernières deviennent obliques ou ravinantes et sont associées à des sables plus grossiers. De rares inclusions de charbons ont été identifiées dans cette unité et un échantillon pour datation a été prélevé à 2,30m. La malacofaune est dispersée sur l'ensemble de l'unité mais deux niveaux de forte concentration de coquilles sont observés à 2,20 et 1,60m environ. Le premier est caractérisé par une malacofaune bien conservée et non érodée, le second par des débris remaniés alliés à un encroutement au sommet des variations du niveau de la nappe phréatique. Le colmatage relativement rapide du paléochenal par des dépôts de crue postérieurs à son abandon est envisagé. Un ralentissement de la dynamique sédimentaire est toutefois attesté entre 2,30 et 2,20m.

A partir d'1,60m, la granulométrie décroît progressivement des sables moyens aux limons grossiers beiges en trois séquences d'emprise verticale similaire. Les dépôts sont relativement homogènes, passant d'une structure prismatique, typique de processus d'humectation-dessiccation, à grumeleuse au sommet sous l'effet de la pédogénèse. Des inclusions dispersées de coquilles et de

charbons ont été repérées, et un échantillon a été prélevé à 1,10m pour datation dans les seconds. Vers 0,50m, un niveau diffus de galets de 8cm de diamètre environ est légèrement postérieur à quelques fragments de céramiques très localisées et datées du Second âge du Fer par L. Carozza. Cette portion de la stratigraphie est alimentée uniquement par des dépôts de débordement d'un chenal en migration.

Pour conclure, la coupe Castel 2 se présente sous la forme de quatre unités stratigraphiques à granulométrie variable. Elles marquent la divagation d'un chenal postérieur à la mise en place de la grave de fond. Le colmatage de la forme est relativement homogène sous les apports réguliers de dépôts de débordement. Les datations ^{14}C permettront de mieux définir les rythmes de sédimentation, peu discriminant en l'état.

4.1.3.2. La susceptibilité magnétique

Des mesures de la susceptibilité magnétique ont été réalisées sur une partie de la coupe Castel 2. La courbe de restitution montre une première phase croissante, avant la stabilisation des mesures.

Entre 3,10m et 0,30m, treize mesures de susceptibilité magnétique ont été réalisées suivant la logique structurale et non centimétrique de la coupe (figure 46). Elle est contenue entre $0,02$ et $0,085 \cdot 10^{-6}$ SI et deux phases peuvent être définies. La première s'étend entre 3,10 et 1,80m. La courbe montre une tendance générale à la hausse, entrecoupée de deux pics d'augmentation. A 2,80m, un premier pic atteint $0,04 \cdot 10^{-6}$ SI dans des sables lités signalant la réactivation de la paléoforme, entre deux mesures à $0,02 \cdot 10^{-6}$ SI. A partir de 2,65m, la hausse est presque constante jusqu'à 1,80m. Elle est uniquement interrompue par le second pic à 2,30m marquant $0,05 \cdot 10^{-6}$ SI à la base des sables limoneux à stratifications planes. Il pourrait trouver son origine dans les processus physico-chimiques du sol permettant l'installation postérieure de la malacofaune. La susceptibilité magnétique retrouve ensuite un rythme d'augmentation constant entre $0,04 \cdot 10^{-6}$ SI à 2,10m et $0,085 \cdot 10^{-6}$ SI à 1,80m. Cette profondeur correspond à une hausse de la granulométrie sableuse, la mise en place d'un lit de malacofaune fragmentée et d'un encroutement au sommet des variations de la nappe phréatique. Le chenal est alors en cours de déconnexion. La seconde phase de stabilisation se met alors en place, avec des valeurs comprises entre $0,085 \cdot 10^{-6}$ SI à 1,80m et $0,080 \cdot 10^{-6}$ SI à 0,30m. Le rythme de sédimentation apparaît donc constant d'après ces mesures.

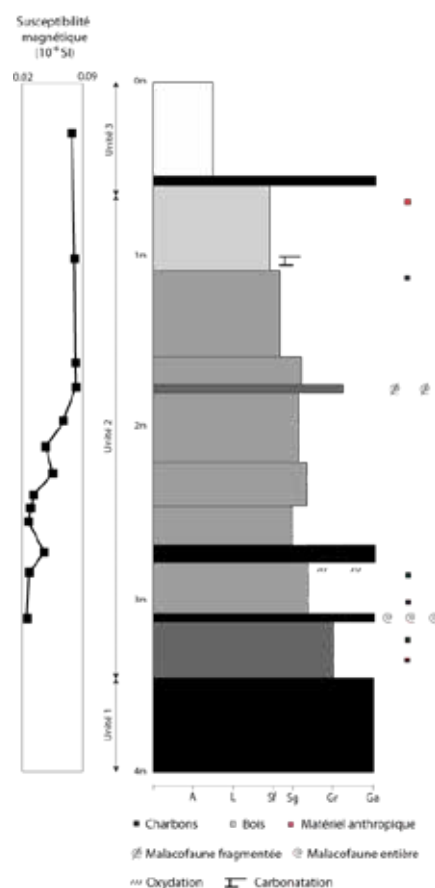


Figure 46 : Mesures de la susceptibilité magnétique de Castel 2

Les mesures de susceptibilité magnétique ont permis de distinguer deux grandes phases dans la partie supérieure de Castel 2. Si la seconde, au sommet, est peu différenciée, la première en revanche montre deux pics d'augmentation de la susceptibilité magnétique dans un contexte de réactivation de la forme puis de déconnexion complète.

4.1.3.3. Chronologie

La chronologie de la séquence Castel 2 repose sur cinq dates radiocarbone. Malgré des inversions, elles indiquent une chronologie comprise entre 4820 et 4300 BP. Au sommet de la coupe, des fragments de céramique attribués au 2nd âge du Fer ont été découverts.

La présence de niveaux de charbons flottés denses à différentes profondeurs ont permis le prélèvement de cinq échantillons pour datations (tableau 21). Ces niveaux correspondent probablement à des dépôts de fin de crue, avec des charbons remaniés depuis l'amont du bassin versant. Entre 3,40m et 2,50m, un groupe de quatre dates a été validé par leur cohérence. Elles présentent une chronologie peu étendue, comprise entre 4827 et 4300 BP, pour le début du colmatage du chenal post-abandon. La date réalisée à 1,10m en revanche a été rejetée. Elle est synchrone de celles obtenues près de 2m plus bas dans la stratigraphie, mais l'argument principal de son rejet a été la découverte d'une céramique du 2nd âge du Fer à environ 0,40m de l'échantillon. La fin du colmatage de la paléoforme interviendrait donc plutôt vers 2500 BP.

Lieu	Unité stratigraphique	Matériaux	Numéro laboratoire	Age BP	Age cal BP 2s
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 2	Sables grossiers (3,40m)	Charbon indét.	Poz-42124	4145 ± 35	4827-4570
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 2	Sables grossiers (3,10m)	Charbon indét.	Poz-42123	4135 ± 35	4823-4537
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 2	Sables grossiers lités (2,80m)	Charbon indét.	Poz-42122	3970 ± 30	4525-4300
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 2	Sables grossiers (2,50m)	Charbon indét.	Poz-42121	4035 ± 30	4781-4423
Castelnau d'Estrétefonds–Castel 2	Sables moyens (1,10m)	Charbon indét.	Poz-42120	4070 ± 50	4814-4424

Tableau 21 : Liste des datations radiocarbone de Castel 2 (Castelnau-d'Estrétefonds)

4.1.3.4. Corrélations à l'échelle locale

Devant le colmatage sablo-limoneux homogène de Castel 2 et les descriptions trop généralistes des faciès lors des sondages du BRGM, il est en l'état impossible d'établir des corrélations à plus grande échelle. Les sondages à proximité ne font état que d'« alluvions » à « alluvions sableuses », ce qui corrobore ces observations mais ne permet pas de pousser la réflexion plus avant. Il est en revanche acquis que les forages ayant été décrits à proximité ne présentent pas de faciès sablo-limoneux jaune.

4.1.3.5. Conclusion partielle

L'analyse de la stratigraphie a permis de restituer un paysage sédimentaire très différent de celui observé sur Castel 1. La coupe Castel 2 montre une édification rapide du colmatage de la plaine alluviale, entre la phase finale du Néolithique et le 2nd âge du Fer (figure 47).

La coupe de Castel 2 a permis de compléter les données chronologiques obtenues sur Castel 1. La base de la coupe repose sur la nappe graveleuse, similaire à celle observée sur Castel 1. En conséquence, son attribution au Pléniglaciaire/Tardiglaciaire est acquise. Le remplissage limoneux postérieur débute seulement au cours de la seconde moitié de l'Holocène. Si une phase d'incision était déjà envisagée sur Castel 1, elle est ici clairement démontrée par l'absence de dépôts compris entre 10000 et 5000 BP. Le colmatage postérieur est relativement rapide pour le secteur, avec près de 3m entre 4800 et 2500 BP. Les limons sableux à granulométrie décroissante constituent des faciès typiques des « barres latérales », formées à proximité du chenal méandrique. La déconnexion totale de la forme n'est envisagée qu'autour de 1,60m de profondeur. Des limons de débordement viennent alors sceller la stratigraphie. Le début de cette séquence d'aggradation est localement perceptible sur Castel 1, où les premiers dépôts post-5000 BP sont datés de 4700 BP (cf. tableau). Les charbons remaniés de Castel 2, datés de 4600 BP environ, pourraient être associés à l'incision des limons jaunes par le paléochenal sur Castel 1. Ce dernier a pu remobiliser la totalité des dépôts post-5000 BP dans le secteur de Castel 1. Cependant, si l'influence sédimentaire de l'Hers est quasiment certaine sur Castel 1, l'attribution des dépôts de Castel 2 uniquement à la Garonne est attestée par le spectre pétrographique des galets. Des investigations complémentaires seront nécessaires pour définir le rôle exact de chaque hydrosystème dans ce secteur. Il est cependant certain que la confluence Hers/Garonne est instable entre 5000 et 3000 BP, et probablement plus tard si l'on

considère que la confluence moderne « naturelle » se situe environ 2km au sud-est de Castel 2. Enfin, à l'instar de Castel 1, le colmatage post-Protohistoire est faible, avec environ 0,70m depuis le 2nd Age du Fer. Les apports alluviaux sont limités, en raison d'un éloignement toujours plus important du chenal de la Garonne.

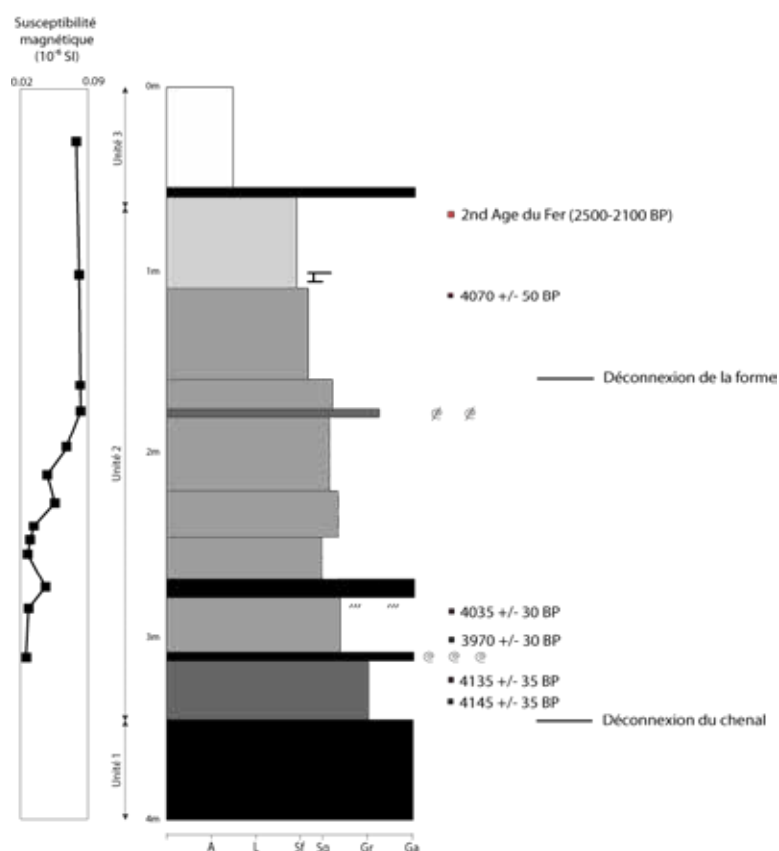


Figure 47 : Synthèse des données acquises sur la coupe Castel 2 (d'après Carozza 2012)

Ces éléments permettent de préciser la chronostratigraphie locale, déjà abordée par Bruxelles *et alii* (2010). Ils proposaient en effet une mise en place continue entre le Néolithique et l'actuel. L'horizon irrégulier des limons jaunes est hérité d'un système fluvial contemporain. L'hypothèse d'une installation néolithique privilégiée sur les plus hauts points de la topographie est envisagée. L'analyse de Castel 2 réfute ces hypothèses, tant dans la chronologie d'installation de la couverture limoneuse, qui se révèle restreinte à environ un millénaire (4800-3800 BP), que dans le modelage du relief. La paléotopographie des limons jaunes est en réalité un héritage érosif largement postérieur à leur installation. Ceci introduit une problématique taphonomique quant à la restitution du paysage archéologique antérieur à l'Age du bronze. L'installation néolithique préférentielle avancée par Bruxelles *et alii* (2010) est en réalité la conséquence de l'érosion ponctuelle du substrat contemporain. A leur décharge, la phase d'aggradation protohistorique est peu observée sur les sites à proximité. En effet, les études antérieures dans le secteur (Migeon 1997, Poignant *et al.* 1997, Lelouvier 2010, Pancin *et al.* 2011), ainsi que sur les sites de Fontréal (Pons *et al.* 2004) et de l'Ourmède au sud-est, montrent une sédimentation post-Néolithique plutôt faible, avec des niveaux d'apparition des occupations entre 1,50 et 2m. La répétition des sites d'observation stratigraphique sera nécessaire à l'appréhension quantitative et géographique des phases d'aggradation et d'incision.

4.1.4. Synthèse de l'évolution du secteur de la confluence Hers-Garonne

Les analyses et observations réalisées dans le secteur de la confluence Hers/Garonne ont permis de compléter les données déjà acquises lors des diagnostics, mais également d'élaborer localement une chronostratigraphie holocène de la plaine alluviale. Les deux zones de travail montrent des faciès sédimentaires très différents, déjà observé auparavant. En revanche, la vitesse d'alluvionnement a considérablement diminuée depuis la fin de la Protohistoire sur l'ensemble du secteur.

La synthèse des données collectées sur l'ensemble du site de Castlnau-d'Estrétefonds permet d'envisager un rythme d'évolution dans ce secteur. Entre la fin du Pléniglaciaire et le début de l'Holocène, un épais niveau de limons jaunes s'installe, sans qu'un rythme de sédimentation ne puisse encore être dégagé (figure 48). Une sédimentation régulière est donc proposée en l'état actuel des données. Ils scellent la nappe graveleuse sous-jacente, qui *de facto* est antérieure à 15000 BP en l'absence de datations plus précises. Un premier hiatus est identifié entre 8300 et 4800 BP (figures 47 et 48). Les installations néolithiques reposent directement sur les limons jaunes. Cela signifie que s'il y a eu des dépôts postérieurs aux limons jaunes, ils sont déjà été érodés au Néolithique moyen, tandis que sur des secteurs comme Castel 2, l'ensemble des dépôts est vidangé.

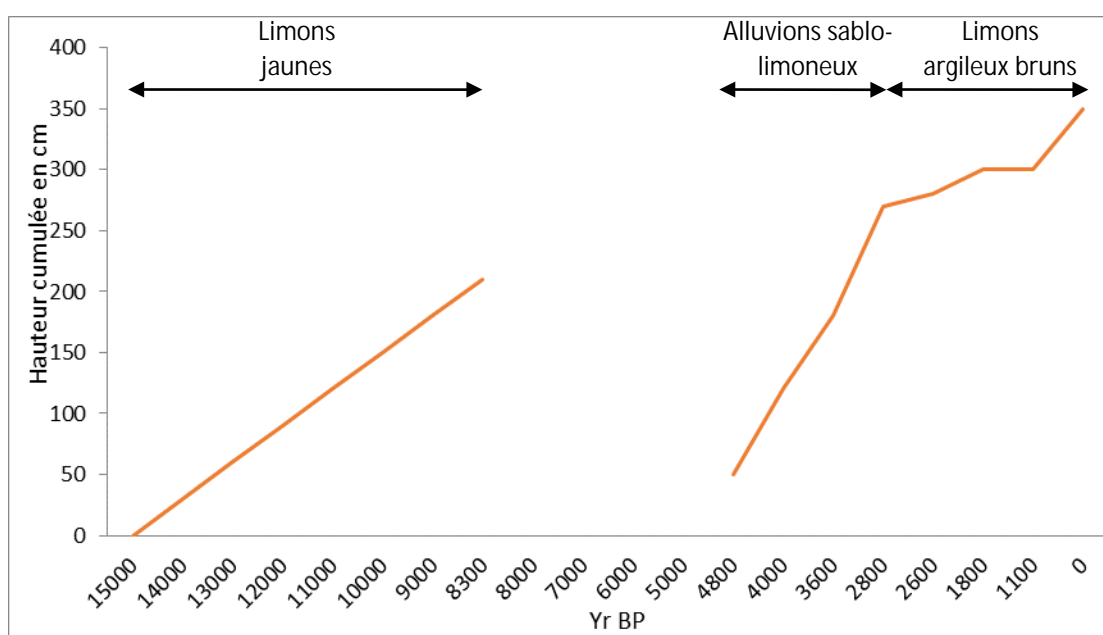


Figure 48 : Estimation de la vitesse de sédimentation dans le secteur de Castelnau-d'Estrétefonds

Autour de 4800 BP, le rythme de sédimentation s'accélère durant moins d'un millénaire environ, sous l'effet d'un chenal garonnais méandriforme. Ces dépôts sont visibles ponctuellement en raison d'une nouvelle phase d'incision localisée, que l'on peut actuellement caler entre 4500 et 3800 BP. Cet intervalle méritera d'être précisé par de nouveaux travaux. Cette phase d'incision permet au chenal de l'Hers d'éroder complètement les dépôts holocènes antérieurs et d'inciser les limons jaunes. Ce phénomène compromet la restitution de l'occupation antérieure dans ce secteur. Une partie des sites et/ou d'un site peut en effet avoir été démantelée sous l'action du chenal. La découverte de plusieurs structures in situ sur l'emprise de la gravière et en amont démontre cependant que cette phase d'incision n'a pas érodé l'ensemble du colmatage alluvial. La découverte d'un chenal de l'Hers dans ce secteur démontre la mobilité de cette zone de confluence. Cette mobilité est propice à un important remaniement sédimentaire et stratigraphique local. Dans les

secteurs plus éloignés du chenal, cette période correspond en revanche à un colmatage rapide de la plaine alluviale, probablement à partir des éléments remaniés plus en amont.

Le colmatage du paléochenal de l'Hers débute vers 3300 BP, probablement associé à l'uniformisation générale de la topographie suite à l'incision précédente. Il se poursuit jusqu'à la fin de l'Age du Bronze, date confirmée par un artefact et une datation radiocarbone. Le rythme de sédimentation diminue drastiquement à partir de cette période. On relève moins d'un mètre de colmatage depuis 2800 BP, dont la moitié depuis 1500 BP. Ce secteur est alors à nouveau sous influence de la Garonne. La granulométrie décroissante atteste de la migration du chenal vers l'Ouest. Cette zone correspond alors le lit majeur exceptionnel, très ponctuellement alimentée par des dépôts fins de crue.

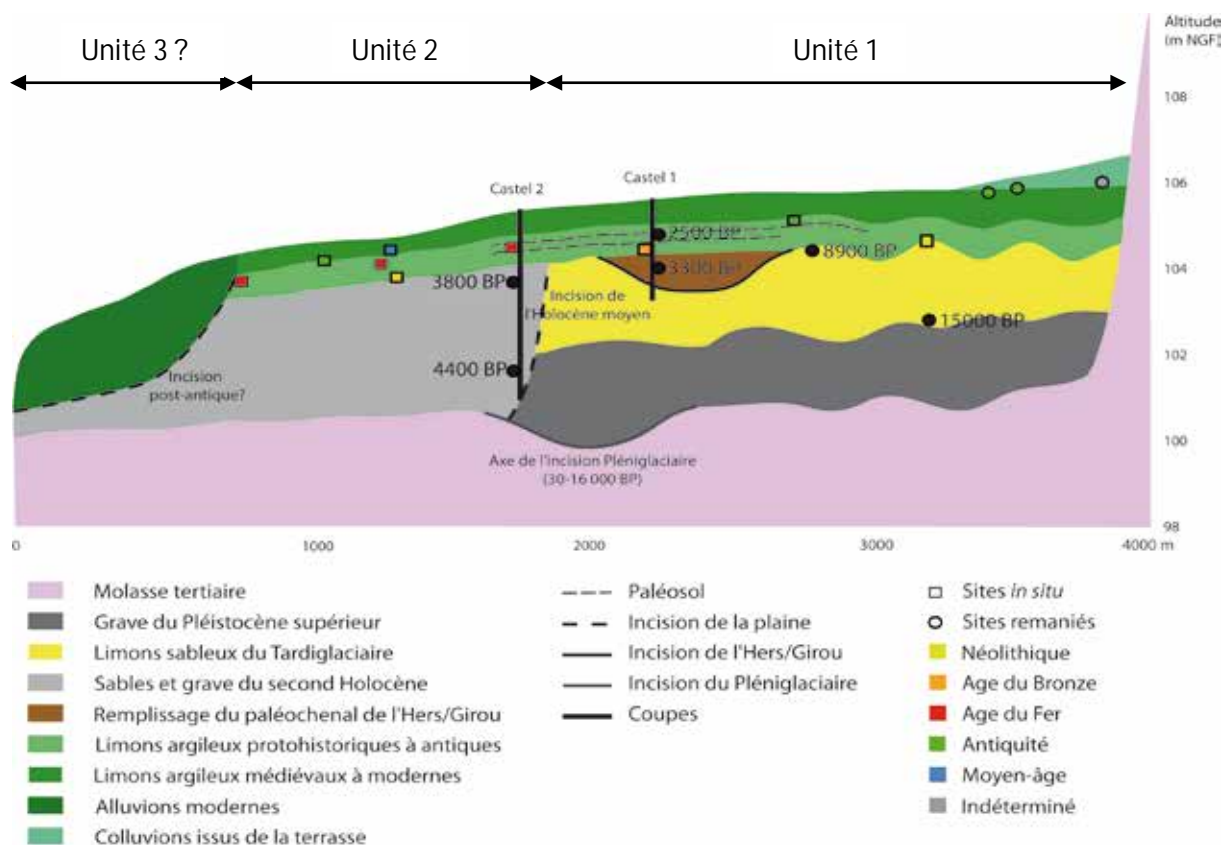


Figure 49 : Synthèse de l'organisation sédimentaire de la plaine alluviale dans la zone de confluence Hers/Garonne

La question de l'évolution de la confluence Hers/Garonne reste en suspens. La localisation du chenal de l'Hers dans la gravière démontre une forte mobilité du chenal en rapport de sa localisation actuelle, même si il est aujourd'hui totalement artificialisé dans la plaine de la Garonne. Entre 4800 et 4500 BP, la sédimentation locale est sous influence de la Garonne. Ensuite, jusqu'à 2800 BP, l'incision des limons jaunes et le colmatage du paléochenal de l'Hers par ses propres dépôts et du reste de la plaine montre une migration de la Garonne dans la plaine alluviale au profit de l'Hers. Cette succession sédimentaire, associée à l'absence de stratigraphie du 1^{er} Holocène pose la question de la mobilité de la confluence Hers-Garonne. Il s'agit de secteurs plutôt instables, où l'équilibre entre les deux chenaux est précaire. L'érosion des dépôts du 1^{er} Holocène en raison de la confluence et de sa mobilité est donc envisageable, en raison de l'action simultanée ou alternative des chenaux. Cette hypothèse corrobore également la transition directe des sédiments de l'Hers et de la Garonne au cours de l'Age du bronze. De nouveaux travaux seront nécessaires pour trancher la question.

Pour conclure, le secteur de Castelnau d'Estrétefonds livre une histoire complexe depuis la fin de la dernière période glaciaire, dans laquelle la Garonne joue un rôle majeur. Au moins deux phases d'incision sont identifiées, à l'Atlantique et à la fin du Subboréal. Ces phénomènes ont provoqué des hiatus sédimentaires plus ou moins importants mais le plus important semble être attribué à l'Atlantique. La sédimentation montre un colmatage postérieur très rapide, avant un ralentissement généralisé lors de la mise en place des dépôts de couverture issus de débordements.

4.2. Verdun-sur-Garonne

Le secteur de Verdun-sur-Garonne apparaît particulièrement intéressant en raison des nombreuses paléoformes encore visibles dans le paysage de la plaine alluviale. Ce segment correspond à un rétrécissement de la plaine alluviale qui pourrait avoir connu une évolution différente et un enregistrement sédimentaire plus concentré. L'objectif des carottages réalisés dans ce secteur étaient donc de valider cette hypothèse.

Les difficultés de réalisation des carottages dans ce secteur, qui ont dû être tariérés, ainsi que les faibles contrastes sédimentaires observés, nous ont conduits à ne pas pousser au-delà les investigations qui n'a pas fait l'objet de datations. Compte-tenu du mode de prélèvement (cut-off de tarière), un échantillonnage a été réalisé par tranche de 5 à 10 cm pour complément de description en laboratoire et tamisage.

Les résultats présentés ici doivent donc être considérés comme une première approche du potentiel de remplissage des paléochenaux du secteur de Verdun-sur-Garonne en vue de futurs travaux.

4.2.1. Présentation du site

Le transect de Verdun-sur-Garonne se situe en aval du précédent, à environ 6,3km au nord-ouest de la zone de Castelnau-d'Estrétefonds. La Garonne s'écoule à 0,5km à l'ouest du plus proche sondage, en contrebas de la basse terrasse en rive gauche (figure 50). La plaine alluviale atteint ici sa largeur minimale dans la zone d'étude, avec seulement 2,3km d'est en ouest. Elle s'insère au sein de la basse terrasse, qui la domine brutalement d'une vingtaine de mètres à l'ouest. A l'est, la transition entre la basse plaine et la basse terrasse se fait par plusieurs talus de raccordement d'environ 2-3m, qui abaissent la pente de 107 à 97m NGF. La plaine alluviale montre une pente très peu marquée de 0,3‰, entre 97m NGF au sud-est et 96m NGF maximum au nord-ouest. La topographie en long est très peu différenciée. Latéralement, les trois unités morphologiques fonctionnelles de la plaine alluviale sont isolées par de petits talus d'amplitude métrique, qui séparent les paliers d'inondabilité.

Une dizaine de paléoformes ont été repérées à partir de cartes et de photographies aériennes. Elles se traduisent sur le terrain par de légères dépressions topographiques. Une des questions posée dans le cadre de ce travail est le potentiel d'enregistrement environnemental (sédimentaire et biologique) de ces formes. Ce secteur est peu aménagé, avec une occupation ponctuelle et isolée dans la plaine alluviale, mais concentrée sur la basse terrasse. Par conséquent, les données du BRGM sont peu nombreuses et difficiles à exploiter. Dans le lit majeur exceptionnel, elles livrent un petit aperçu de la stratigraphie, en localisant le substrat marneux aquitain autour de 5m de profondeur, scellée par des graviers ou des alluvions à granulométrie décroissante.

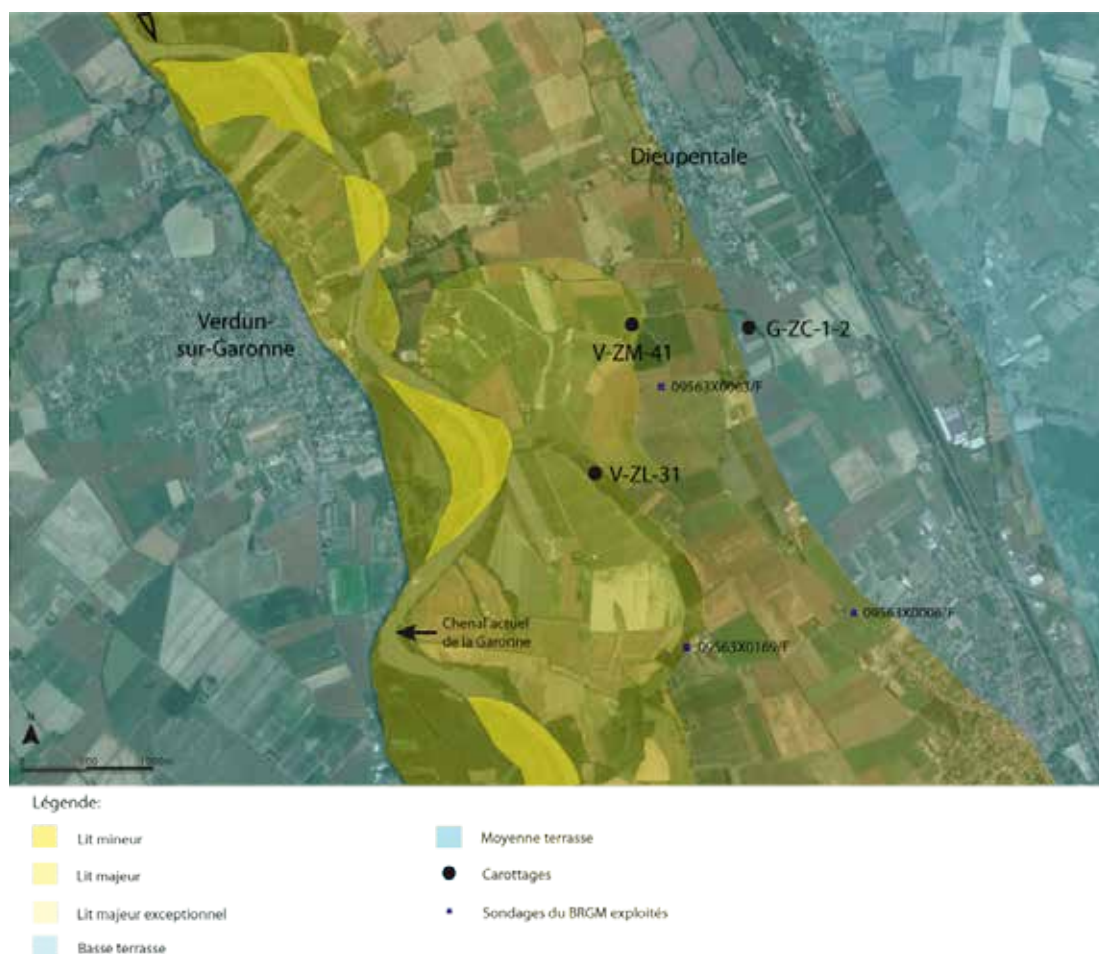


Figure 50 : Localisation des zones de travail de Verdun-sur-Garonne

En raison de contraintes techniques et d'une mise en valeur agricole continue, seuls trois carottages ont pu être réalisés, au sein des différentes unités fonctionnelles. Le plus à l'est (G-ZC-1-2) se situe sur le premier palier de la transition basse plaine/basse terrasse, dans une forme ancienne aujourd'hui encore drainée par un petit cours d'eau. La recherche d'une chronologie d'évolution la plus large possible a été un paramètre déterminant dans le choix de cet emplacement, en marge de la plaine alluviale. Le second (V-ZM-41) a été réalisé dans une paléoforme encore bien visible dans le paysage, à l'ouest du précédent. Il est encore aujourd'hui situé dans le lit majeur de la Garonne, i.e. soumis à l'influence des crues du fleuve de récurrence moyenne (10 à 20 ans en moyenne). Enfin, le troisième sondage a été réalisé dans une paléoforme probablement plus récente, aujourd'hui occupée par une peupleraie. Elle est, à l'instar de la précédente, incluse dans le lit majeur de la Garonne. Un sondage du BRGM réalisé à l'extrémité sud de la forme a relevé substrat marneux aquitainien à 4,5m, colmatée par deux mètres d'alluvions grossières puis 1,5m d'alluvions sableuses à argileuses avant un épais niveau de terre végétale.

4.2.2. Borde-Haute (G-ZC-1-2)

Le paléochenal de Borde-Haute semble le plus ancien sur la carte topographique. Il est situé en bordure de la basse terrasse alluviale sur la commune de Grisolles et est drainé aujourd'hui par le ruisseau Saint-Jean. Totalement déconnecté de la dynamique fluviale, il se localise 6m au-dessus de l'étiage. Le carottage a atteint 3,80m de profondeur, sans que la base du remplissage ait été atteinte.

4.2.2.1. Description des faciès sédimentaires

A la base, la première séquence montre des limons argilo-sableux gris-beige sur 0,80m (figure 51). Ils présentent des litages orangés plus sableux ponctuels à structure plane, ainsi que quelques poches plus rougeâtres. Quelques graviers centimétriques noirâtres (lydienne) ont été repérés jusqu'à 3,66m. Au-dessus, ces graviers deviennent blanchâtres tout en conservant une dimension similaire et sont accompagnés de nodules blanchâtres de 1mm de diamètre environ.

La séquence sus-jacente présente un grano-classement normal et s'étend entre 3 et 2m de profondeur. A la base, des sables fins dans une matrice argilo-limoneuse présente une stratification à structure plane sur une vingtaine de centimètres. Dans cet ensemble à dominante gris-beige, quelques passées plus bleutées ont été observées. Quelques graviers centimétriques blanchâtres et de rares traces d'oxydation ferro-magnésien complètent cette unité stratigraphique. Elle précède un niveau limono-argileux peu sableux gris-beige associé à des sables bleutés à stratifications planes. Il s'étend sur 0,25m environ, dont l'intégralité est marquée par des traces d'oxydation de fer. La moitié supérieure de la séquence est constituée d'argiles limoneuses gris-beige, auxquelles s'ajoutent quelques sables dans la première moitié. Elles sont ponctuées de traces d'oxydations de fer et de rares graviers centimétriques blanchâtres. Au sommet, de petites passes plus brunâtres ont été observées.

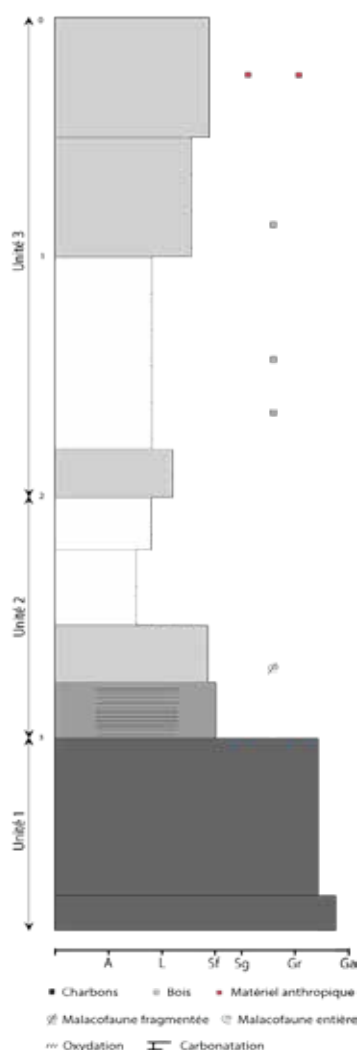


Figure 51 : Log synthétisé du carottage de Borde-Haute

L'unité stratigraphique postérieure à une emprise verticale de deux mètres. Les vingt premiers centimètres sont constitués de limons argileux gris à nuance bleutée. Ils sont associés à de très rares graviers blanchâtres centimétriques, des traces d'oxydation de fer et des passées plus bleutées sans variations granulométriques. L'analyse à la loupe binoculaire du prélèvement à 186-192cm a permis d'identifier de rares micro-charbons. Ce niveau est scellé par des argiles limoneuses gris-beige à traces d'oxydation de fer ainsi que de rares graviers blanchâtres centimétriques. De rares passées sableuses sont repérées sur tout le niveau mais plus concentrées dans la moitié supérieure et accompagnées de racines en cours de décomposition. Ces dernières sont également visibles au tamisage de deux des quatre échantillons, à 140-145 et 162-168cm et quelques micro-charbons sont détectés à la loupe binoculaire dans l'échantillon prélevé entre 122-127cm. Les limons argileux gris postérieurs sont également perturbés par des racines noirâtres, associées à de rares graviers centimétriques blanchâtres, des traces d'oxydation de fer et quelques passées plus sableuses à structure plane. Au sommet, des limons bruns pédogénésés à inclusions de céramique moderne s'étendent sur une cinquantaine de centimètres.

4.2.2.2. Observations complémentaires en laboratoire

Le premier mètre a fait l'objet d'un échantillonnage systématique. Les niveaux supérieurs n'ont fait l'objet que de prélèvements ponctuels. Le total des échantillons tamisés s'élève à 19. Au tamisage, le remplissage se montre assez pauvre en matière organique (cf. annexe 3). Les macro-restes (>500µm) sont exclusivement constitués de quelques fragments de racines, dans les échantillons prélevés entre 80 et 95cm, 140 et 145cm et 162 et 168cm. Entre 270 et 275cm, seuls quelques malacofaune fragmentée ont été observées. A 500µm, 9 des 19 échantillons tamisés ont livrés des micro-charbons, parfois associés à de rares graines (122-127, 186-192, 215-220) ou à des coquilles (240-245, 350-360). Seules quelques graines mal conservées ont été identifiées dans l'échantillon 140-145cm, ce qui constitue, avec l'échantillon 270-275 (coquilles et micro-charbons), les seules corrélations entre les macro- et les micro-restes.

4.2.2.3. Interprétation

Le remplissage a pu être divisé en trois séquences successives, marquées par des modifications de la dynamique sédimentaire. Les niveaux les plus bas correspondent au début de la déconnexion du chenal. La première séquence montre une granulométrie décroissante en réponse à l'éloignement du chenal, mais alimentée par des apports réguliers lors des crues, comme l'atteste le matériel limono-sableux mis en place dans l'unité 2. Des épisodes plus dynamiques peuvent être identifiés par une augmentation brutale de la granulométrie. Ils restent malgré tout trop faibles et trop ponctuels et suggèrent une réactivation partielle du chenal lors des crues plutôt qu'une véritable réouverture du paléochenal.

Durant la seconde séquence, la diminution de la granulométrie des matériaux traduit l'isolement progressif du chenal et sa déconnexion des processus de chenaux au profit de processus de décantation. Ce milieu, favorable à la conservation de matière organique, s'est révélé peu prolifique lors du tamisage (cf. annexe 3). Les traces d'oxydation repérées sur cette section sont le résultat d'un battement fréquent de la nappe, qui pourrait être à l'origine de la destruction d'une grande partie de la matière organique initialement piégée.

Enfin, la troisième phase montre un milieu ponctuellement submergé et très largement humide, probablement sous une remontée de la nappe en l'absence d'éléments sédimentaires grossiers. Le colmatage se poursuit dans un premier temps sans réouverture du bras-mort. La composition des matériaux postérieurs montrent un assèchement général ainsi que des reconnections ponctuelles mais régulières à la dynamique alluviale. L'origine de ces variations est attribuée à la localisation de

la paléoforme dans le lit majeur de la Garonne et sa vulnérabilité aux crues de moyenne ampleur récurrentes. Au sommet, la stabilité générale de la forme et une probable diminution des apports de matériaux a contribué aux processus pédogénétiques. La distinction entre les matériaux de la Garonne et du ruisseau Saint-Jean, issu des terrasses voisines, n'a pu être réalisée en l'état des informations disponibles.

Le sondage de Borde-Haute révèle donc une séquence alluviale grano-décroissante classique de colmatage de chenal. Elle montre la fermeture progressive d'une forme fluviale et sa fossilisation en paléoforme encore visible dans le paysage actuel. L'absence de niveau organique, pourtant fréquemment décrit dans ce type d'environnement est à remarquer, à l'exception de micro-charbons probablement flottés et de rares graines mal conservées, si bien qu'aucun élément de datation fiable n'a pu être obtenu dans cette séquence.

4.2.3. Grégoire (V-ZM-41)

A un peu plus d'un kilomètre à l'ouest du sondage précédent, dans une paléoforme parcourue par le ruisseau de Pézoulat, nous avons réalisé un carottage de 4m de profondeur. Il se trouve sur la commune de Verdun-sur-Garonne et correspond, d'après sa topographie et son aspect, à la seconde plus vieille forme identifiée. Le colmatage se divise en deux séquences d'épaisseur globalement similaire.

4.2.3.1. Description des faciès sédimentaires

Les deux premiers mètres de la stratigraphie montrent un grano-classement normal et un tri granulométrique net (figure 52). A la base, des sables grossiers brun-gris s'accumulent sur un mètre d'épaisseur. Très fluents, il n'a pas été possible d'observer une quelconque structure. Ils contiennent des graviers centimétriques à la base, plus petits au sommet. La grave n'a cependant pas été atteinte. La baisse de la granulométrie se poursuit dans le niveau postérieur, qui est dominé par les sables moyens, associés à quelques graviers millimétriques dont la récurrence diminue au sommet. A partir de 2,66m, la proportion de limons devient de plus en plus importante, jusqu'à disparition des sables au sommet tandis que les graviers disparaissent au sommet. Quelques passées plus sableuses récurrentes ont été identifiées dans la première moitié de ce niveau. Ils sont associés à une forte oxydation et montrent des stratifications planes à planes obliques, difficiles à distinguer compte tenu du mode de prélèvement. Au sommet, des argiles bleutées faiblement sableuses scellent cette première unité.

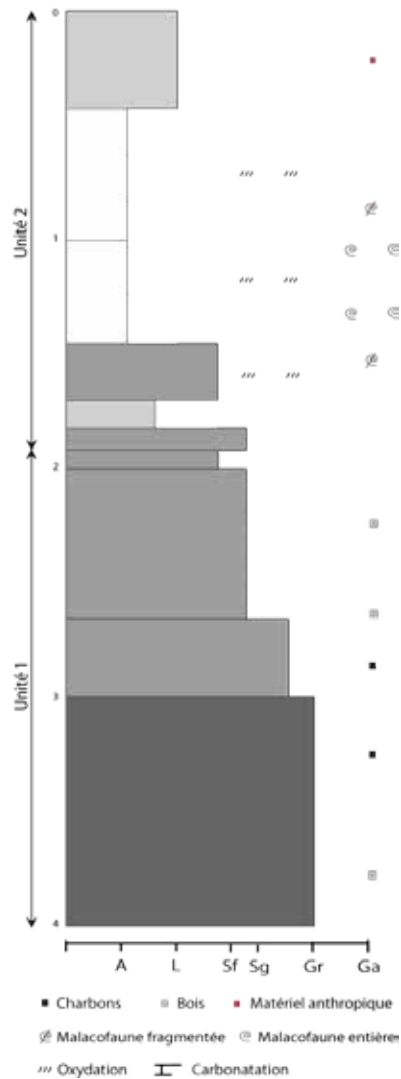


Figure 52 : Log synthétique du carottage de Grégoire

La seconde unité du remplissage s'étend de 1,92m au sommet de la carotte et présente, comme dans la séquence précédente, une granulométrie décroissante de la base au sommet. Un premier niveau sableux brun clair marque une reprise sédimentaire alluviale. Epais d'une dizaine de centimètres, cet épisode semble ponctuel. Le mode de prélèvement n'a pas permis d'identifier une surface érosive entre les sables et les argiles antérieures. Il précède une longue séquence située entre 1,82 et 0,45m et passant des limons sableux à la base à des argiles limoneuses au sommet. La transition s'effectue entre 1,50 et 1,40m et les dépôts limono-sableux antérieurs présentent une stratification plane associée à de rares débris coquilliers et des traces d'oxydation. L'ensemble de la séquence argileuse présente également une forte oxydation, associée à des traces de manganèse sur les derniers 0,50m. Une densité plutôt importante d'inclusion de malacofaune a été observée. Peu de spécimens ont été conservés entiers et il s'agit essentiellement de débris, témoin du transport et de la remobilisation des dépôts. Enfin au sommet, des limons argileux bruns à inclusions de tessons de céramique moderne forment la couverture sédimentaire cultivée sur 0,45m environ.

4.2.3.2. Observations complémentaires en laboratoire

Le tamisage du carottage de Grégoire a été relativement exhaustif. Le prélèvement réalisé au carottier russe a été entièrement tamisé. Le prélèvement à la tarière a fait l'objet d'un

échantillonnage (de 5 à 20cm) tous les 20cm. Les résultats du tamisage montrent une séquence divisée en deux temps, ainsi qu'une absence de micro-restes organiques (<500µm). Dans les niveaux les plus profonds (170-380cm), les matières organiques dominent le spectre des refus de tamis à travers de rares charbons (280-300 et 320-330cm), des racines (225-235, 255-260 et 380-390cm) et deux graines non identifiées (182-192 et 255-260cm). Une malacofaune fragmentée a également été observée au sommet de cette première unité, dans les échantillons prélevés à 170-180 et 182-192cm.

Dans la partie supérieure (170-0cm) du carottage, le tamisage livre uniquement de la malacofaune fragmentée et des graines dans la quasi-totalité des échantillons (cf. annexe 3). Leur concentration est cependant variable. Les restes carpologiques sont peu nombreux mais régulièrement identifiés sur l'ensemble de cette partie du carottage. Ils sont plus nombreux dans l'échantillon de base (165-170), avec une demi-douzaine de graines. Leur mauvais état de conservation n'a cependant pas permis de les identifier. La malacofaune, également identifiée sur la quasi-totalité du prélèvement, montre une concentration différente, où les échantillons à 140-145cm et entre 100 et 125cm sont les plus prolifiques. Elle est exclusivement fragmentée et porte des signes d'usure. On notera l'absence de restes carpologiques dans les niveaux à malacofaune dense, tandis que la tendance s'inverse dans le mètre supérieur.

4.2.3.3. Interprétation

Le paléochenal de Grégoire montre un remplissage en deux phases distinctes et consécutives à une (re)mise en eau de la forme. A la base, la première unité est marquée par des dépôts grossiers typiques de fond de chenal avant déconnexion de la forme. La déconnexion de la forme est envisagée à 2,66m lors de la transition sables/limons, assortie d'une diminution granulométrique suivant un modèle classique. Le chenal en activité reste relativement proche jusqu'à 2,30m environ, avec des dépôts sableux de débordement venant alimenter la stratigraphie. Au sommet, le paléochenal est connecté très occasionnellement, probablement lors de crue de plus grande ampleur, produisant une sédimentation très fine de décantation en milieu submergé ou très humide.

La seconde unité montre la reconnexion du chenal et la reprise de la dynamique alluviale. Cet épisode présente une faible épaisseur et une sédimentation fine, probablement par décantation, se met rapidement en place suivant le même modèle que la séquence antérieure. Des événements ponctuels plus dynamiques sont identifiés, marqués par une variation de la granulométrie et une remobilisation sédimentaire illustrée par la malacofaune fragmentée. Comme dans le cas de Borde-Haute, la distinction entre les dépôts de la Garonne et du ruisseau de Pécurié, issu des terrasses, reste difficile à établir, d'autant plus qu'aucune datation n'a pu être effectuée.

La séquence de Grégoire montre donc un remplissage en deux temps. Le chenal se déconnecte progressivement et est le siège d'une sédimentation épisodique. Dans un second temps, il est reconnecté très ponctuellement lors du colmatage de la paléoforme. A l'instar de la séquence précédente, aucun élément de datation fiable n'a été obtenu.

4.2.4. Pichoré (V-ZL-31)

A deux kilomètres au sud-ouest du sondage précédent, nous avons effectué un troisième carottage dans une paléoforme bien différenciée dans le paysage. Aujourd'hui occupée par une peupleraie, elle forme une longue dépression allongée parallèle au cours actuel de la Garonne et drainée par le ruisseau de Pécurié. Ce sondage peu profond (2,50m) a permis d'identifier trois phases de remplissage.

4.2.4.1. Description des faciès sédimentaires

La première séquence identifiée a une épaisseur de 0,90m environ (figure 53). A la base, la grave a été atteinte sur 0,50m. Elle est composée de graviers millimétriques et centimétriques (diam. max. 3cm) à matrice grossière composée de sables gris-brun. La densité des inclusions faiblit progressivement vers le sommet et les matériaux les plus grossiers disparaissent au-dessus de 2,15m. Les quinze derniers centimètres sont exclusivement constitués de sables grossiers. Ils précèdent un niveau de sables bleus à granulométrie décroissante vers le sommet d'une vingtaine de centimètres. Ces derniers présentent quelques traces d'oxydation de fer, ainsi qu'une stratification plus foncée à structure plane dans les dix premiers centimètres associée à une forte densité de débris végétaux. Au sommet, un niveau d'argiles bleues scelle la séquence. Identifié sur 5cm seulement, il succède à une petite perturbation (moins de 10cm) liée au prélèvement qui a probablement faussé sa véritable emprise verticale.

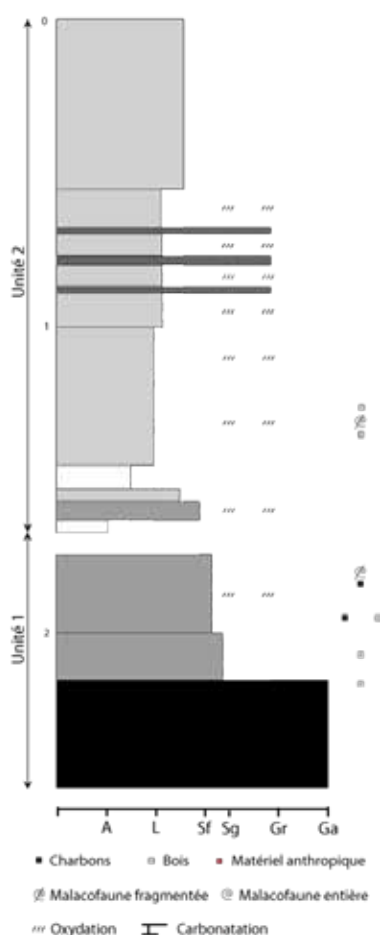


Figure 53 : Log synthétique du carottage de Pichoré

Une seconde phase est marquée par des sables fins bleu-gris à rares litages orangés plats à la base. Après cet épisode, la granulométrie diminue à nouveau normalement, passant de limons sablo-argileux à des argiles limoneuses au sommet. Dans ces dernières, des passes orangées ont été observées. L'emprise verticale de cette séquence est relativement faible, avec seulement 20cm. Au sommet, une importante séquence limoneuse vient sceller le remplissage du paléochenal sur environ 1,50m de profondeur. Elle est constituée de deux niveaux successifs. Le premier mètre est constitué de limons argileux bruns à nuance beige dans la première moitié associés à des traces d'oxydation de fer et des passes bleutées ponctuelles et aléatoires. La seconde moitié comporte de rares inclusions

de graviers millimétriques. Au sommet, des limons bruns compacts, grumeleux et à inclusions de graviers millimétriques complètent la formation sur les cinquante derniers centimètres et forment le substrat agricole actuel.

4.2.4.2. Observations complémentaires en laboratoire

Sur le sondage de Pichoré, l'échantillonnage est aléatoire, conditionné par l'utilisation de la tarière. Les transitions sédimentaires ont été privilégiées, et plusieurs prélèvements ont été réalisés dans un même niveau lorsque cela était possible. Douze échantillons ont été tamisés, dont l'épaisseur varie entre 5 et 20cm. Aucun micro-reste (<500µm) n'a été identifié. En revanche, des charbons, des racines, des graines et des coquilles ont été observés dans les mailles supérieures (1 et 2mm). Les premiers sont restreints aux échantillons à 180-185 et 190-200cm et présentent quelques signes d'usure. Peu abondants, ils n'ont pu faire l'objet de datation. Entre 180 et 150cm, les racines constituent la matière organique la plus abondante, avec un maximum atteint à 190-200cm. Elle disparaît ensuite jusqu'à 135-140cm, puis à nouveau jusqu'au sommet. Quelques fragments de restes carpologiques ont été régulièrement observés entre 210 et 135cm, tandis que la malacofaune fragmentée se limite aux échantillons 145-153 et 180-185cm. Pour résumer, le sédiment est stérile jusqu'à 135cm, avant une augmentation progressive de la matière organique jusqu'à 190-200cm, qui marque la densité maximale d'inclusions organiques.

4.2.4.3. Interprétation

Ce sondage a restitué le colmatage complet de la paléoforme en trois phases. A la base, un niveau graveleux a été atteint à 2,50m, ce qui correspond à la profondeur de la nappe graveleuse repérée dans le sondage n°09563X0169/F du BRGM (voir figure 50). Celle-ci constitue le premier niveau de remplissage de la paléoforme sur le substrat marneux aquitain, et correspond à la charge de fond. La granulométrie décroissante postérieure montre une diminution de la capacité de transport. Au sommet, la dynamique alluviale faiblit brutalement, passant sans transition des sables aux limons et associée au développement d'une végétation riveraine. Cette paléoforme est alors totalement déconnectée, alimentée occasionnellement par les crues et de manière semi-permanente par la nappe.

Dans la seconde phase, le statut secondaire de la paléoforme perdure. Elle est toutefois reconnectée dès le début de la séquence, avant d'être à nouveau isolée du chenal principal. Le schéma de colmatage est classique, à granulométrie décroissante. La faible emprise verticale de cette séquence n'a pu être corroborée à une courte plage chronologique. Nous l'interprétons plutôt comme un épisode ponctuel de remise en eau du bras-mort, lors d'une crue et dont les caractères hydromorphiques suggèrent une sédimentation en milieu humide fermé.

La dernière séquence est, hormis dans le dernier niveau, liée à la dynamique fluviale de débordement. Le chenal principal est relativement éloigné, produisant une sédimentation plutôt homogène. Cependant, le milieu reste soumis aux battements de la nappe phréatique, voire à une humidification prolongée de la paléoforme. Au sommet, les limons bruns pédogénésés constituent le sol actuel. Une contribution du ruisseau de Pécurié, issu des terrasses, n'est pas à exclure dans ces niveaux supérieurs.

Le remplissage du paléochenal de Pichoré a donc livré une stratigraphie organisée en trois séquences successives. Il passe du statut de chenal principal à secondaire, avant une déconnexion brutale. Dans un second temps, la reconnexion temporaire du bras-mort au chenal principal est suivie d'une sédimentation en milieu humide. Enfin au sommet, un comblement limoneux

globalement homogène se met en place, probablement issu du ruisseau de Pécurié à proximité. Aucune chronologie n'a pu être établie sur cette séquence.

4.2.5. Synthèse

Le sondage de trois des paléochenaux de la plaine alluviale a livré quelques informations sur la chronologie relative des formes. En l'absence de datations, la restitution de l'évolution géomorphologique de ce secteur reste conjecturel.

Le fond de chenal n'a été atteint que sur la paléoforme la plus proche de la Garonne, à 2,50m de profondeur. Le comblement peu épais évoque un paléochenal peu profond, dont le creusement et le fonctionnement s'est effectué sur une échelle de temps courte. Dans le sondage médian, la grave n'a pas été atteinte à 4m. En revanche, les dépôts sableux grossiers à la base laissent envisager la proximité de dépôts graveleux typiques de la charge de fond. Dans le sondage le plus à l'est, les dépôts identifiés à 3,80m montrent plutôt une fin de cycle sédimentaire et dont la charge de fond semble plus profonde. Une chronologie relative des paléochenaux peut donc être envisagée, où leur ancienneté serait proportionnelle à leur éloignement du chenal actuel. La Garonne aurait migré exclusivement vers l'ouest, ne réintégrant que ponctuellement ses anciens chenaux. Ces données confirment les premières hypothèses cartographiques. La migration d'un fleuve laisse une succession de formes, correspondant à des déplacements du chenal principal sous l'effet de l'ensablement excessif du lit, de l'ouverture d'une passe en amont voire d'une défluviation lors de crue (Garcin *et al.* 1999, Derruau 2004, Miall 2000, 2006). Le remplissage des paléochenaux analysés montre des séquences de reprises alluviales. Elles restent d'ampleur relativement faible, associées à une granulométrie maximale de sables fins. Si une dynamique de chenal secondaire puis de bras-mort sans reconnexion est perceptible dans le sondage de Pichoré, les précédents montrent une réactivation ponctuelle du chenal en cours d'abandon lors de crues de plus grande ampleur. Les chenaux les plus éloignés et les plus anciens auraient donc été rapidement déconnectés mais ponctuellement alimentés par des dépôts de débordement plus ou moins grossiers jusqu'au sommet. Les paléochenaux les plus proches du cours actuel de la Garonne ont en revanche été rattaché à la dynamique fluviale plus longtemps, devenant des bras secondaires avant d'être abandonnés. Les séquences sont également mieux préservées des processus pédologiques en raison de leur jeune âge, ce qui peut fausser les interprétations des plus anciennes. Ces observations ne peuvent en l'état être approfondies, en l'absence d'éléments datables.

Pour conclure, l'analyse des paléochenaux du secteur de Verdun-sur-Garonne n'a livré que peu d'informations exploitables sur la chronologie d'évolution de la plaine alluviale, en partie en l'absence de datation absolue. Elle a en revanche permis de confirmer les observations cartographiques et topographiques, en esquisant une chronologie relative de l'évolution de la plaine alluviale d'ouest en est.

4.3. Bourret

A proximité du cours de la Garonne, la gravière de Bourret se situe en aval du secteur précédent. Là également, l'emprise de la plaine alluviale est réduite, inférieure à 3km. Ce site a retenu notre attention car lors de la prospection systématique des gravières de Garonne moyenne, un important gisement de bois sub-fossiles a été découvert dans cette gravière (Carozza *et al.*, 2014). Compte-tenu de cette découverte, inédite par son ampleur dans la vallée de la Garonne, il a été décidé de faire de ce site, en complément de Castelnau-d'Estretfonds, une des priorités de ce travail. Outre des visites récurrentes sur le site de la gravière afin d'identifier les nouveaux arbres extraits par l'exploitant, un

parcours systématique des bermes de la fosse d'extraction, le relevé de séquences de référence et la réalisation de deux profils ERT ont été réalisés. L'ensemble de ces informations permettent aujourd'hui de proposer un modèle de mise en place du gisement de bois alluviaux et de restituer la dynamique d'alluvionnement autour du site de Bourret.

4.3.1. Présentation du site

Le troisième site se trouve à environ 14km en aval de la zone d'étude de Verdun-sur-Garonne. Il se situe en bordure de la route départementale D928 qui relie Montech à 4km à l'est et Bourret à 1,3km au sud-ouest. Le choix de cette zone résulte de l'opportunité que représente l'ouverture d'une seconde gravière de MGM et de disposer de coupes fraîches à grande échelle. Ici, la Garonne coule en contrebas de la moyenne terrasse en rive gauche, laissant la rive droite totalement vouée à la plaine alluviale en contrebas de la basse terrasse. Cette dernière est à peine plus large que dans le secteur précédent, avec seulement 2,7km d'est en ouest. Le chenal fait entre 70 et 170m de large dans cette section. Les données de débit

La gravière s'étend sur 1,6km de long du sud au nord, et se situe entre 200 et 400m à l'est du chenal actuel de la Garonne dans le lit majeur (figure 54). A l'ouest, la basse terrasse est distante d'environ 2km et se distingue de la basse plaine par un talus compris entre 9 et 11m. L'altitude générale de la zone est comprise entre 82 et 85m NGF, avec une pente longitudinale faible. Latéralement, un palier d'un mètre entre les différentes unités morphologiques fonctionnelles est identifié. A l'instar des secteurs d'étude précédents, la topographie est peu différenciée en surface au sein des différentes unités morphologiques fonctionnelles, en-dehors de légères dépression qui signalent des paléoformes déjà repérées cartographiquement. Au sud, un important bras-mort, encore en eau aujourd'hui, fait partie d'une série de méandres déconnectés artificiellement dans les années 1950 lors de la fixation du chenal. Compte-tenu de ces éléments, la séquence de la gravière de Bourret était supposée être relativement jeune.



Figure 54 : Localisation des zones de travail dans la gravière de Bourret

Localement, les données du BRGM sont très fournies, comparativement aux précédents secteurs (figure 55). Lors de la construction de la route départementale et du pont associé, plusieurs sondages du sous-sol ont été réalisés. Deux d'entre eux se localisent notamment deux à l'emplacement de la gravière. Le substrat marneux est identifié entre 7 et 9m entre la berge de la rive droite de la Garonne et le sondage n° 09306X0078/S au niveau de la gravière, avant de remonter brutalement à seulement 6m de profondeur sur le second sondage de la gravière (n° 09306X0079/S) et jusqu'à la basse terrasse. La base des séquences est constituée de graves et graviers sur une épaisseur variable de 3 à 6m, alors que le sommet montre classiquement une granulométrie plus fine, sablo-limoneuse à sablo-argileuse.

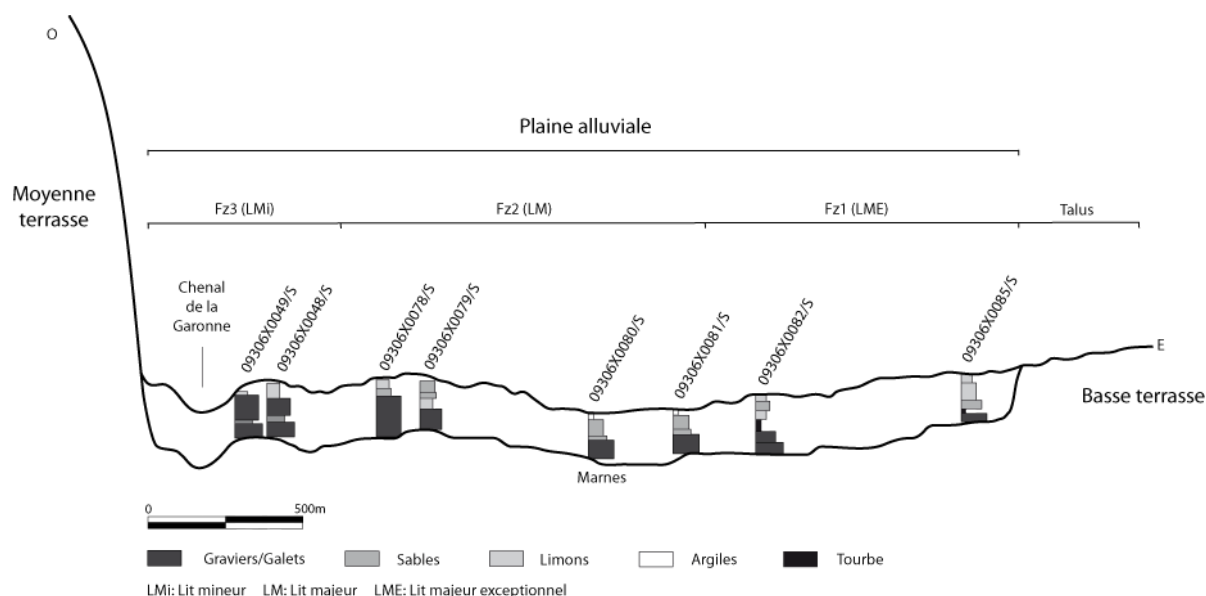


Figure 55 : Coupe transversale de la plaine alluviale à Bourret d'après les données du BRGM

Dans cette zone, la collecte des données a été réalisée selon différents procédés. Deux coupes stratigraphiques de référence ont été analysées dans l'emprise d'une fosse d'extraction. La première, Bourret 1, localisée au plus près du gisement de bois a été utilisée comme coupe de référence. Seuls les niveaux supérieurs ont été décrit compte-tenu de la position de l'aquifère. La base de cette coupe correspond à la base correspond au sommet de la nappe de graviers. La seconde coupe se situe à l'entrée de la fosse d'extraction, sur la berme ouest du chemin d'accès, au nord de la précédente. Elle présente les mêmes caractéristiques que la précédente. Les observations réalisées sur ces sites ont pu être immédiatement confrontées à grande échelle. Afin de compléter ces observations et notamment de caractériser la relation entre l'unité sableuse supérieure et l'unité grossière de base, deux profils ERT ont été réalisés en bordure de la D928, sur un linéaire de 130m. Il s'agissait de prolonger l'observation de la grande berme sud de la gravière et de replacer les données du BRGM dans un environnement sédimentaire plus large.

4.3.2. Bourret 1

La coupe de Bourret 1 se situe sur la berme est de la gravière (figure 54). Haute de 2,40m, elle se superpose directement à la grave qui constitue la base de la plaine alluviale. La stratigraphie présente deux séquences distinctes et constitue la séquence de référence dans le secteur de Bourret.

4.3.2.1. Description des faciès sédimentaires

La première unité s'étend sur moins d'un mètre (figure 56). La base de la séquence est constituée de sables grossiers gris et de limons beiges à stratifications planes obliques sur 0,30m environ. Les sables présentent des stratifications planes obliques et contiennent des macro-charbons. Ce niveau est scellé par un épais dépôt de sables gris homogènes sur 0,20m, qui renferment plusieurs niveaux de charbons à 2,30, 2,05, 2 et 1,90m. Ces niveaux ont fait l'objet de prélèvement en vue de la datation de la séquence. Au-dessus, les dépôts sablo-limoneux beige massifs, épais d'une dizaine de centimètres, présentent des inclusions de graviers centimétriques (diam. 3cm env.) non stratifiés fréquents. Enfin, au sommet, des limons sableux beige-brun à tri granulométrique décroissant sont accumulés sur 0,35m environ. Ils présentent un léger litage plan.

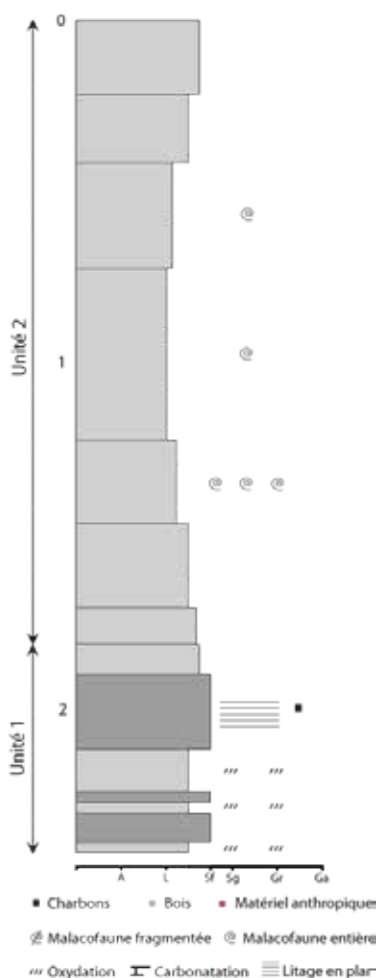


Figure 56 : Log synthétique de Bourret 1

La seconde phase de la séquence est plus homogène. Elle est constituée de limons beiges devenant plus sableux au sommet. Entre 1,20 et 0,70m ils prennent une teinte plus brunâtre, qui pourrait signaler un début de pédogénèse, tandis qu'entre 0,70 et 0,40m ils présentent un aspect plus compact. La base présente un niveau riche en malacofaune sur 0,25m d'épaisseur. Elle livre des individus fragmentés, plus rarement entiers, mais tous présentent des caractéristiques de transport et de remaniement. Leur densité diminue puis ils disparaissent au-dessus de 0,40m. Entre 0,40 et 0,20m du sommet, les limons deviennent légèrement argilo-sableux et se présentent sous la forme de plaquettes, tandis que le sommet est exclusivement limono-sableux. Quelques charbons marqués

par le transport alluvial ont été repérés dans cette séquence et un échantillon a été prélevé pour datation ^{14}C .

4.3.2.2. Interprétation

Cette coupe présente un colmatage en deux séquences successives. Dans un premier temps, la granulométrie des matériaux d'une part et les structures sédimentaires d'autre part indiquent une mise en place dans un paléochenal en phase de colmatage.

Les apports grossiers sont réguliers, mais discontinus, probablement sous l'effet de réactivations ponctuelles du chenal lors de crues. Au sommet, le dépôt de matériaux plus grossiers pourrait constituer une des dernières phases de reconnexion de cette paléoforme au chenal principal. La séquence de base est donc associée à une paléoforme et les faciès sédimentaires sont typiques d'un milieu à forte énergie de bordure de chenal. La présence de stratifications planes obliques et de graviers épars pourrait signer un faciès de levée de berges.

Dans un second temps, la paléoforme évolue par colmatage par des dépôts de crues dominés par la décantation (sables très fins et limons), ponctuellement plus grossiers. Elle est alors déconnectée du chenal principal mais assez proche pour bénéficier des dépôts de crues réguliers. Entre ces phases d'activité, le développement d'un sol (120-70cm) et des accumulations biologiques (malacofaune) indiquent des phases de stabilisation du milieu. Le milieu passe alors en fonctionnement de plaine distale, avec des matériaux plus fins que sur la séquence précédente. Toutefois, comme cela est très fréquent en vallée de Garonne, on n'observe pas d'accumulation organique.

4.3.3. Bourret 2

La coupe stratigraphique de Bourret 2 a été relevée sur la berme parallèle à Bourret 1, à une dizaine de mètres au nord. Elle montre une stratigraphie sur près de 1,80m, le reste de la stratigraphie étant interprétée comme des remblais. Deux séquences superposées ont été identifiées comme pour la coupe de Bourret 1 mais la grave n'a pas été observée.

4.3.3.1. Description des faciès sédimentaires

La première séquence est épaisse de 0,90m (figure 57). A la base, un épais niveau de sables gris-beige à granulométrie variable fine montre des stratifications planes obliques sur une trentaine de centimètres. Dès 370cm, les sables présentent une coloration plus beige, ainsi qu'un aspect lité sans tri granulométrique. A la suite d'une transition non érosive, ils virent au beige et sont lités mais non triés sur une emprise verticale similaire au niveau précédent. Ces matériaux grossiers sont associés à une malacofaune fragmentée et à des tessons de céramique roulés non identifiables. Ils sont scellés par un nouveau niveau sableux à granulométrie plutôt fine, à stratifications typiques de rides de courant visibles sur une demi-douzaine de centimètres. Un troisième niveau, de moindre épaisseur, montre également une forte densité de restes de malacofaunes. Il est constitué de sables fins massifs. La granulométrie augmente à nouveau au sommet, avec des sables moyens à fins massifs de 0,10m d'épaisseur. Au sommet de cette séquence, des limons massifs sont entrecoupés de lentilles de sables lins sur 0,20cm environ. Leur base est légèrement érosive.

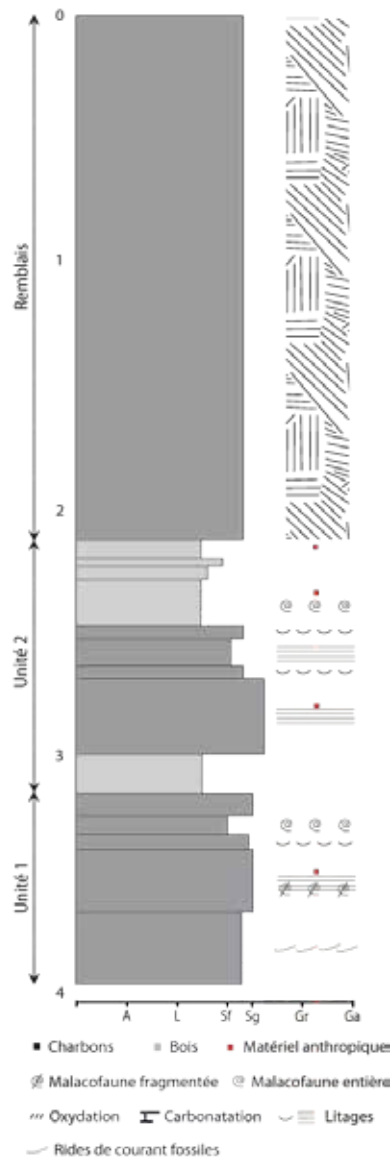


Figure 57 : Log synthétique de Bourret 2

La seconde séquence est plus homogène que la précédente. A la base, des sables grossiers à stratifications planes présentent une base érosive irrégulière sur 5cm environ. Ils sont associés à quelques inclusions de fragments de céramiques roulés en nodules et non identifiables. Au-dessus, une nouvelle séquence sableuse de 0,25m est structurée en trois ensembles : des rides de courant en contexte sableux sur 6cm à la base, des sables à stratifications planes sur une dizaine de centimètres, puis réapparition des rides de courant sableuses sur 0,10m au sommet, sur une base légèrement érosive. Au sommet, on distingue plusieurs niveaux de limons. A la base, des limons beiges présentent des inclusions de malacofaune fragmentée et de céramique peu roulée mais non identifiable. Leur mise en place s'accompagne ponctuellement de l'érosion du niveau sableux précédent sur une demi-douzaine de centimètres. En revanche, ils sont peu érodés au sommet par les limons massifs postérieurs. Ces derniers présentent dans la partie haute des apports sableux avec de faibles stratifications planes obliques. Au sommet, les sables disparaissent et les limons prennent une structure grumeleuse typique des paléosols. De rares nodules de céramique roulée non identifiable ont été observés. Les deux mètres supérieurs de la stratigraphie correspondent à un remblai sablo-limoneux issu des travaux d'aménagement.

4.3.3.2. Interprétation

La séquence de Bourret 2 présente donc les caractéristiques d'un milieu à proximité immédiate du chenal. Le statut du chenal, principal ou secondaire, ne peut en l'état être confirmé. Cependant, la granulométrie des matériaux nous pousse à envisager plutôt un bras secondaire. Durant la première phase, les sables stratifiés marquent un milieu dynamique de bordure de chenal (banc de convexité, barre latérale ou levée de berge). Les limons à lentilles sableuses au sommet suggèrent une baisse de l'intensité de la dynamique alluviale, probablement dû à la migration du chenal.

Dans la seconde séquence, la remise en eau du secteur est probablement la conséquence de la poursuite de la migration latérale du chenal principal. Cette hypothèse est corroborée par les dépôts grossiers à la base ayant érodés les précédents. Le milieu observe ensuite une succession de variations d'intensité, tout en restant continuellement immergé. Au sommet, les dépôts limoneux sont une nouvelle fois les marqueurs d'une réduction de la dynamique alluviale dans ce secteur. L'hypothèse d'une augmentation de la distance avec le chenal principal est privilégiée ici. Des reconnections ponctuelles peuvent être proposées par la mise en place de sédiments relativement grossiers et le dépôt d'inclusions de malacofaune fragmentée et de céramique roulée issus de l'érosion. Cette dernière est également largement perceptible dans la stratigraphie, où une grande partie des niveaux supérieurs présentent une surface de transition irrégulière résultant de l'érosion. La séquence de Bourret 2 présente donc une stratigraphie issue d'un milieu peu énergétique (Miall 2006), de type rive convexe et barre de chenal.

L'importance des inclusions d'artefacts roulés dans cette séquence semble indiquer un âge « récent » pour cette formation. Bien que non identifiables, ces fragments de terre cuite rouge indiquent probablement un âge Antique à Post-Antique, compatible avec la position proche du chenal actuel de la Garonne.

4.3.4. Coupe stratigraphique à grande échelle

Dans la gravière de Bourret, l'extraction de granulats a mis au jour une vaste coupe stratigraphique sur la berme sud de la fosse. Longue de 350m et inaccessible en raison de la mise en eau d'une partie de la fosse, elle a fait l'objet d'un relevé photographique sur l'intégralité de la coupe et les différentes séquences stratigraphiques ont été figurées sur le montage final des photos. A la lecture de la restitution, seules quelques paléofformes ont pu être observées.

Sédimentairement, la coupe de la berme sud de la gravière présente plusieurs unités successives (figure 58). A la base, une nappe grossière est constituée de galets et de graviers, peu liés par une matrice de sables grossiers, et qui font l'objet de prélèvement dans la fosse d'extraction. Elle présente des formes sédimentaires d'environ 20m de largeur pour 2m de profondeur. Leur structure dissymétrique suggère une origine alluviale, où un ou plusieurs chenaux ont incisé la grave. De manière plus générale, la grave montre un profil irrégulier, avec un surcreusement de près de 2m de profondeur sur environ 250m de large. Cet espace est comblé par un épais niveau gravelo-limoneux à grano-classement décroissant. Aucune structure ou forme n'a été observée à cette échelle dans ces dépôts. A l'instar de la nappe graveleuse, le profil de cette unité montre une ligne irrégulière, avec à nouveau un surcreusement d'environ 1m dans le premier tiers ouest de la coupe. Ce dénivelé permet la mise en place d'un niveau sablo-limoneux, sans qu'un tri granulométrique puisse être détecté. A l'ouest de la coupe, les dépôts gravelo-limoneux sont absents au profit exclusif d'un niveau sablo-limoneux. Ils sont cependant légèrement plus sableux que ceux décrit initialement. Ils présentent plusieurs formes dissymétriques similaires à celles observées dans la nappe graveleuse, bien que de moindre ampleur (1m de profondeur pour 5 à 10 max. de largeur). Un second épisode de divagation

des chenaux est donc à envisager, sans. L'ensemble de la stratigraphie est scellée par des limons argilo-sableux pédogénésés sur 0,5 à 1m, qui constituent le sol actuel.

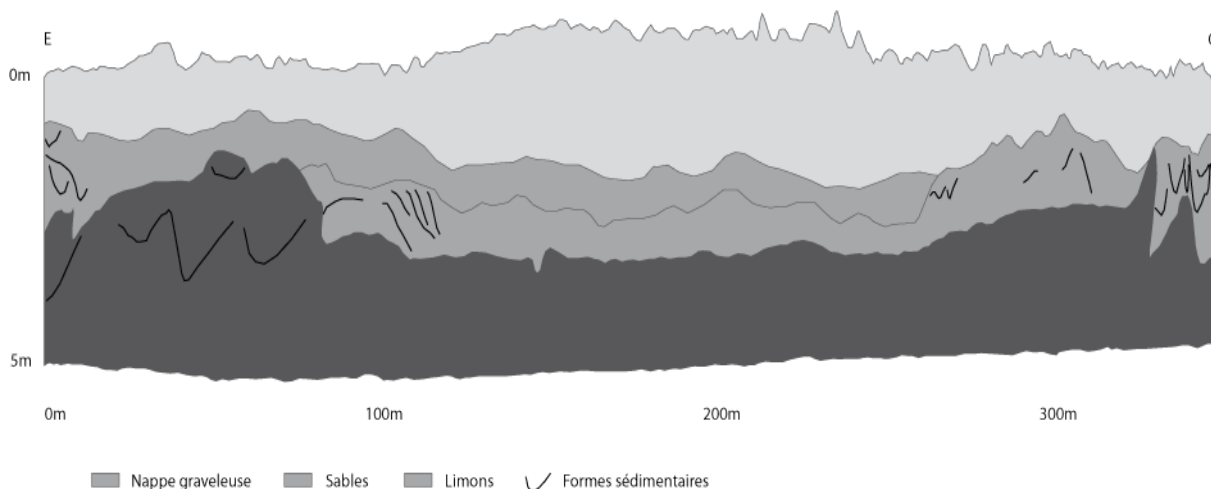


Figure 58 : Relevé photographique de la berme sud de la fosse d'extraction de la gravière de Bourret

A la lumière de ces observations, une esquisse de l'évolution locale peut être proposée. Dans un premier temps, la nappe graveleuse se met en place. Si des paléoformes sont bien identifiées, leur chronologie reste indéterminée : immédiatement postérieure au dépôt ou remaniement plus tardif avec l'ensemble du colmatage supérieur ? Aucun élément ne permet de préciser ces hypothèses. Une seconde phase de remaniement est attestée dans le niveau sableux supérieur. Peu larges, nous interprétons ces formes comme des chenaux secondaires superficiels, probablement synchrones, voire similaires, à ceux identifiés dans les deux coupes relevées d'après leur profondeur équivalente. L'absence de forme sédimentaire dans les dépôts médians grossiers peut être envisagée par une défluviation en amont, transférant le chenal à l'ouest, ce qui corrobore l'emprise des dépôts sableux grossiers uniquement au centre. Ils auraient été remobilisés par les chenaux aux extrémités de la coupe. L'ensemble de la coupe a ensuite été scellé par les limons de débordement de la Garonne. L'exploration des bermes de la gravière a permis de récolter plusieurs fragments de céramiques antiques bien conservés et dispersés dans la stratigraphie.

La coupe de la berme sud de la gravière apporte donc peu d'informations nouvelles. On distingue au moins deux phases de remaniement de la stratigraphie, donc l'ampleur reste à déterminer. La phase la plus récente pourrait cependant être corrélée avec les réactivations des chenaux repérées dans les coupes Bourret 1 et 2.

4.3.5. Profil ERT

Dans le prolongement de la berme sud de la gravière de Bourret qui vient d'être décrite, deux profils électriques ont été réalisés (figure 59). Les accumulations de remblais n'ont pas permis de réaliser les profils directement à l'aplomb de cette coupe. L'objectif est ici double : 1- déterminer l'épaisseur de l'ensemble de la séquence sédimentaire et 2- préciser la relation entre la séquence stratigraphique supérieure observée sur les coupes de Bourret 1 et 2 et les formations graveleuses à la base. Ces deux éléments sont nécessaires afin de mieux comprendre les conditions de gisement des bois sub-fossiles (cf. infra).

Les profils ERT vont servir à l'interprétation des faciès sédimentaires, à partir de la loi d'Archie qui relie la granulométrie des dépôts et leur résistivité, en complément des observations directes

(coupes) et indirectes (données de la BSS). Dans un second temps, ils permettront de déterminer la géométrie des différentes formations par l'interprétation des contrastes de résistivité.

Deux profils ont été réalisés. Le premier, avec un espacement de 1m, a permis d'observer la séquence supérieure avec une haute résolution. Toutefois, les profondeurs atteintes lors de l'inversion (5,9 m) se sont avérées insuffisantes pour décrire l'ensemble de la séquence sédimentaire. Un second profil avec un espacement de 2 m des électrodes a donc été réalisé, et a atteint 11,7 m de profondeur théorique, soit une valeur supérieure à l'épaisseur supposée de la séquence d'après les données de la BSS du BRGM (estimation moyenne : 9m). Les deux profils ont ensuite été associés pour un rendu exhaustif, soit une coupe de 11,7m de profondeur pour 145m de largeur (figure).

Trois unités ont ainsi été identifiées et interprétées. A la base, une première unité est caractérisée par de faibles valeurs (moins de 30 $\Omega.m$), typique de la molasse constituant le plancher alluvial. L'horizon irrégulier de cette unité varie entre 9 et 11,7m (profondeur maximale du profil ERT). L'unité 2 offre une épaisseur variable entre 5 et 10m. Les valeurs mesurées sont comprises entre 130 et 700 $\Omega.m$. Ces valeurs correspondent à des dépôts grossiers de type sables, graviers. Au sein de ces mesures, deux zones présentent des pics à 900 $\Omega.m$, qui forment des figures discontinues globalement ovalaires et plus étalées vers l'ouest. Elles sont interprétées comme des barres latérales de chenal, probablement constituées d'éléments très grossiers (galets). De manière plus générale, la forme de cette unité 2 est irrégulière, dépendante de celles du sommet de l'unité précédente et de la base de l'unité supérieure. Cette dernière est représentée par des mesures aux valeurs moyennes, comprises entre 16 et 130 $\Omega.m$. Ces matériaux peu résistants s'accumulent essentiellement à 130 et 40m, correspondant respectivement aux unités 3a et 3b. L'unité 3a, d'environ 35m de long, oppose un bord oriental bien incisé sur près de 6m de profondeur à une pente occidentale à peine plus douce, caractéristique d'un chenal droit. L'emprise de l'unité 3b est plus importante (50m) mais moins profonde (3m max.), et montre également une nette dissymétrie typique des chenaux méandriformes. Ces formes s'insèrent parfaitement entre les zones à plus fortes résistivité de l'unité précédente mais la largeur de ces paléoformes est inférieure à celle de la Garonne actuelle, qui atteint une centaine de mètres. L'hypothèse de bras secondaires est donc privilégiée en l'état des données. Aujourd'hui invisibles, elles ont été comblées et nivelées par les travaux agricoles.

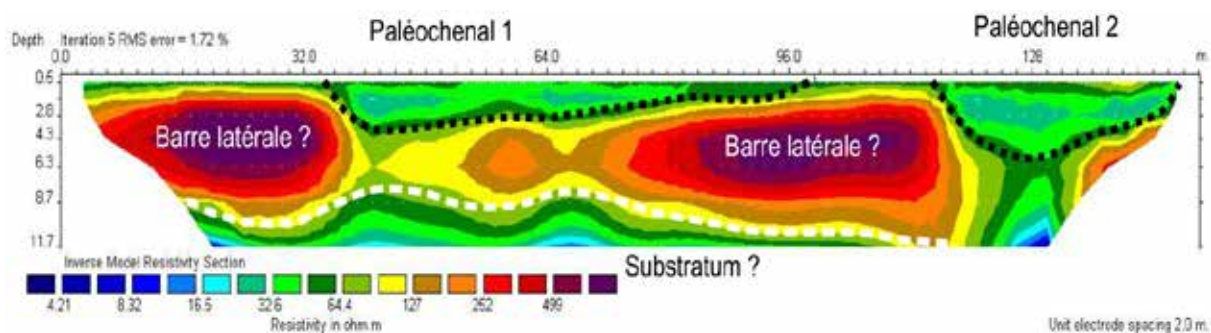


Figure 59 : Représentation graphique du profil ERT de Bourret

Ces interprétations ont été confirmées par les données du BRGM. Dans le sondage 09306X0081/81S, réalisé dans l'unité 3a, la partie inférieure est constituée de dépôts de chenaux grossiers (graviers, galets) tandis que la partie supérieure montre des faciès latéraux d'abandon de chenal (sables, limons). En comparaison, le sondage 09306X0082/81S, qui recoupe l'unité 2, révèle uniquement des faciès de colmatage de plaine alluviale (sables, limons, argiles). Les investigations menées sur le terrain ont démontré la prédominance des éléments sableux dans l'unité 2, ainsi que l'absence de galets ou de graviers similaires à l'unité 3.

4.3.6. Le gisement des bois sub-fossiles

Dans la gravière de Bourret, de nombreux bois sub-fossiles ont été mis au jour par l'exploitant et récoltés lors de plusieurs prospections de la gravière. Ce gisement est constitué de dix-sept troncs, dont le plus grand atteint 15m de long pour un diamètre maximal d'1,4m. L'ensemble des bois a été découvert hors contexte stratigraphique, lors de l'extraction mécanique de granulats. La profondeur moyenne est toutefois comprise entre 6 et 9m, d'après les informations transmises par l'aménageur. Des sections entières des troncs ont été prélevées, afin de procéder à des datations ^{14}C et une étude dendrochronologique. Environ 300 fragments épars de plus 5cm ont également été collectés pour tenter d'établir un spectre de la population locale.

Des échantillons des troncs et des fragments ont été montés sur lame mince et trois plans anatomiques ont été observés : transversal, tangentiel et radial. Ils montrent des structures anatomiques altérées et déformées par l'effondrement des cellules, en raison d'une altération des échantillons pré-enfouissement (assèchement profond ?) et d'une alternance de périodes d'humidification-dessication post-enfouissement. En outre, les inclusions de calcite abondantes et la minéralisation de la matière ont rendu l'identification des espèces complexe. Seul un échantillon de 30 lames a été confronté une collection de référence de bois carbonisé d'espèces actuelles et des atlas xylogiques (Schweingruber 1978, 1990; Vernet *et al.* 2001) pour détermination des espèces : un fragment est attribué à *Ulmus sp.*, les vingt-neuf autres appartiennent à *Quercus sp.* Cette distribution typique d'une chênaie mixte riveraine est conforme aux distributions obtenues de manière générale dans les plaines alluviales, où chênaie mixte, taxons anthropiques et pin (*Pinus sp.*) sont les espèces les plus courantes (Reille 1990, Kalicki et Krąpiec 1995, Richard 1999, Lespez *et al.* 2005, Kolář et Rubníček 2011).

Une première datation a été réalisée durant l'été 2010 sur un fragment de branche. Dans un second temps, sept troncs ont fait l'objet de datation ^{14}C . En l'absence de l'aubier, entre trois et cinq cernes externes ont été prélevés dans les zones les mieux conservées de chaque individu, afin d'obtenir l'âge de mort des arbres. La chronologie des bois montre un gisement d'origine hétérogène qui s'étend sur plus de quatre millénaires. L'utilisation de bois déraciné doit donc être envisagée avec prudence, de par la variabilité chronologique de l'échantillon. La confrontation de ces données avec les datations de la séquence alluviale mérite donc un examen attentif afin de mieux cerner les processus géomorphologiques mis en œuvre.

4.3.7. Chronologies

Plusieurs datations radiocarbone ont pu être réalisées dans ce secteur (tableau 22). Des charbons ont été prélevés dans la coupe stratigraphique Bourret 1 et des individus du gisement de bois fossile ont pu être datés. A partir de ces données, un cadre chronologique peut être posé sur ce secteur.

Lieu	Matériaux	Numéro laboratoire	Age BP	Age cal BP 2s
Bourret-gravière	Branche <i>Quercus</i>	Beta - 282416	7380 \pm 40	8320-8070
Bourret-gravière	Tronc <i>Quercus sp.1</i>	Poz-45829	3760 \pm 35	4237-3990
Bourret-gravière	Tronc <i>Quercus sp.2</i>	Poz-45830	4725 \pm 35	5583-5325
Bourret-gravière	Tronc <i>Quercus sp.3</i>	Poz-45831	3745 \pm 35	4229-3984
Bourret-gravière	Tronc <i>Quercus sp.4</i>	Poz-45833	4725 \pm 35	5583-5325
Bourret-gravière	Tronc <i>Quercus sp.5</i>	Beta - 324046	4670 \pm 40	5580-5310
Bourret-gravière	Tronc <i>Quercus sp.6</i>	Beta - 324047	3790 \pm 30	4240-4090
Bourret-gravière	Tronc <i>Quercus sp.7</i>	Beta - 324048	4620 \pm 30	5450-5300
Bourret 1 – 2,30m	Charbon indét.	Poz-42110	1940 \pm 30	1822-1967
Bourret 1 – 1,10m	Charbon indét.	Poz-42109	1765 \pm 30	1570-1811

Tableau 22 : Liste des datations du secteur de Bourret

4.3.7.1. Chronologie des bois sub-fossiles

La caractérisation des processus de formation de dépôt de bois sub-fossiles est basée sur huit dates ¹⁴C effectuées sur sept troncs et une branche isolée (tableau). Les dates obtenues sur l'ensemble des échantillons sont divisées en trois groupes. Le premier est représenté par une date isolée, correspondant à la chronologie du fragment de branche long d'un mètre. Il donne la date la plus ancienne, autour de 8000-8300 cal BP. Le deuxième groupe comprend quatre troncs d'arbres et constitue un groupe très homogène autour de 5400 cal BP. Les deux dates obtenues sur les troncs d'arbres 2 et 4 donnent un intervalle à 2s identique. Le troisième groupe se compose de trois individus dont les dates sont centrées autour de 4150 cal BP. À la lumière de ces éléments, il apparaît que le dépôt de bois fossiles de Bourret est hétérogène et diachronique. Il est constitué d'individus dont la mort est étalée sur une période d'environ 4000 ans, suivant une mise en place en trois phases distinctes. L'altération des structures de l'ensemble des bois suggère un remaniement issu de processus géomorphologiques d'origine alluviale.

4.3.7.2. Chronologie de la séquence alluviale

Les datations effectuées sur la séquence sédimentaire de Bourret ont fourni des informations supplémentaires sur la formation des dépôts locaux. Sur la base de datations radiocarbones, le sommet de la formation, qui correspond à la phase finale du remplissage du paléochenal, est attribué au début du premier millénaire de notre ère, entre le I^e et le IV^e siècle ap. J.-C. La contemporanéité de ces deux dates démontre une mise en place relativement rapide de ces dépôts.

Les artefacts recueillis dans la séquence sous-jacente grossière, comprennent une grande quantité de briques et de tuiles laminées plates de la période antique. Elles suggèrent une mise en place de l'ensemble séquence au cours de l'époque romaine *sensu lato*. Par conséquent, un écart chronologique très important existe entre la chronologie générale des bois sub-fossiles et l'âge de la séquence alluviale de Bourret 1, et ce même en prenant en compte les datations les plus tardives du 3^{ème} ensemble. En outre, la base de la séquence alluviale de Bourret 1 correspond peu ou prou au sommet de la nappe graveleuse au sein de laquelle ont été découverts les bois fossiles. Un hiatus sédimentaire de près de 2000 ans est donc à envisager dans ce secteur de la plaine alluviale.

4.3.8. Interprétation

La chronologie des bois fossiles montre l'hétérogénéité de ce gisement qui s'étend sur quatre millénaires. Sa valeur chronostratigraphique est cependant nulle en raison de la remobilisation de certains ou tous les individus. Une grande prudence est donc nécessaire dans l'analyse des séquences alluviales postérieures, dans ce secteur comme dans l'ensemble de la vallée.

4.3.8.1. Constitution du gisement de bois fossile

La chronologie générale du site a en partie été obtenue à partir d'une série d'arbres sub-fossiles. Ils montrent trois phases successives de dépôts vers 8200, 5400 et 4150 cal BP. Le refroidissement et l'humidification de conditions environnementales a entraîné un élargissement du chenal et une instabilité des berges propices aux remaniements post-effondrement des arbres par la dynamique fluviale (Kalicki et Krąpiec 1995). La mise en place de ces niveaux graveleux est donc postérieure à la datation la plus récente des bois (Miramont 1996), stockés dans ce secteur suite à une diminution drastique de la mobilité et de la capacité de transport du chenal principal. Les nombreux artefacts et deux datations ¹⁴C ont calés l'ensemble de l'unité sableuse entre le I^{er} et les III-IV^e siècles AD. A titre comparatif, cette période correspond à une phase particulièrement active d'un point de vue alluvial

sur les autres fleuves français (cf. chapitre 1). La corrélation de ces épisodes avec les observations et la chronologie au sens large de Bourret 1 est pertinente en l'état des observations. De même, la relation entre la localisation du gisement et la chronologie du paléochenal sus-jacent suggèrent une importante séquence de remaniement global de la plaine alluviale entre 4150 et le début de l'Antiquité.

En effet, les dates obtenues sur les sept troncs et un fragment de branche de *Quercus* sp. montrent le caractère hétérogène du dépôt des bois sub-fossiles, qui s'étend sur plus de quatre millénaires. Ces individus n'ont pas valeur « stratigraphique » et ne peuvent pas, à ce jour, être utilisés pour compléter les deux dates radiocarbones et la céramique antique de la séquence alluviale superficielle. Cependant, l'étude de ce dépôt n'est pas sans intérêt et contribue à caractériser la dynamique de la Garonne au cours des 8000 dernières années. Ces troncs d'arbres subfossiles remobilisés ne proviennent pas d'une seule phase de destruction de la végétation riveraine et la formation d'un embâcle dans un méandre, mais leur origine est composite. Ils sont dérivés de gisements qui ont été stockés temporairement en amont dans la plaine inondable durant quatre à huit millénaires, avant d'être remobilisés et redéposés ici pendant un épisode d'érosion des berges. Le regroupement des dates obtenues sur ces individus en deux groupes principaux sous-entend un processus d'« aggradation simulée », déjà évoquée par Kalicki et Krąpiec (1995). Ce processus de stratification apparente, issu du rapport entre densité et transport du bois durant les crues (*i.e.* bois flotté pour le jeune bois de faible densité et dépôt au niveau de la surface de l'eau contre transport par la charge de fond pour le vieux bois dense et gorgé d'eau, déposé au fond du chenal), ne semble pas avoir joué un rôle crucial ici parce que : 1) les troncs d'arbres ont été découverts dans le même niveau stratigraphique, entre 6 et 9 m de profondeur, 2) la matrice sédimentaire qui contient les arbres subfossiles est plus jeune que les troncs d'arbres eux-mêmes, *i.e.* bois sont tous gorgés d'eau et ont été stocké pendant au moins deux millénaires dans la plaine alluviale. Il n'y a pas de confusion possible entre bois anciens et jeunes concernant le processus de transport. Comme l'hypothétique de « pseudo-stratification » est rejetée, l'hétérogénéité du dépôt peut être considéré comme reflétant au moins partiellement la dynamique d'approvisionnement en bois dans le système fluvial, envisagée alors comme une succession de remaniement de la plaine alluviale par des crues majeures. La simultanéité de l'âge radiocarbone obtenues sur différents troncs d'arbres semble indiquer que leur approvisionnement n'est pas un phénomène continu mais épisodique, lié à une crise hydro-géomorphologique et à l'érosion des berges et/ou de la plaine inondable. Les bois sub-fossiles sont témoins de la déstabilisation de la forêt riveraine, en réponse à des processus de remaniement de la plaine inondable : augmentation de la fréquence de migration du méandre, avulsion partielle... En résumé, ces arbres sans racines sub-fossiles ne peuvent être destinés à la datation des séquences alluviales et au cadrage chronologique des étapes de construction de la plaine inondable. Cependant, ils peuvent être utilisés pour documenter les grandes étapes de la destruction de la végétation riveraine et de remaniement de la plaine inondable.

4.3.8.2. Interprétation de la séquence

A partir des données obtenues dans la gravière de Bourret (figure 60), deux scénarios d'évolution dans ce secteur peuvent être proposés. Dans le premier, l'ensemble du colmatage est attribué à l'Antiquité et l'ensemble des bois a été déplacé au moins une fois. Transportés dans le fond du chenal, ils constituent le *terminus post quem* de la séquence sédimentaire. Cependant, la géométrie du paléochenal, qui n'excède pas 6m de profondeur, ne corrobore pas cette hypothèse.

Dans le second scénario, les deux unités sédimentaires sont diachroniques. La nappe graveleuse est synchrone des bois les plus récents, autour de 4150 cal BP, qui marquent la fin de la mise en place de cette unité. Une autre hypothèse est de considérer les bois les plus récents comme un

terminus post-quem, avant la mise en place de la nappe graveleuse entre 4150 cal BP et 1900 cal BP. La nappe sablo-limoneuse vient ensuite rapidement sceller la précédente au cours de l'Antiquité. Ces données corroborent celles obtenues sur le site de Castelnau-d'Estrétefonds, où une courte incision (3800-3300BP) interrompt deux phases d'importante aggradation (4400-3800 BP et 2850-1000 BP).

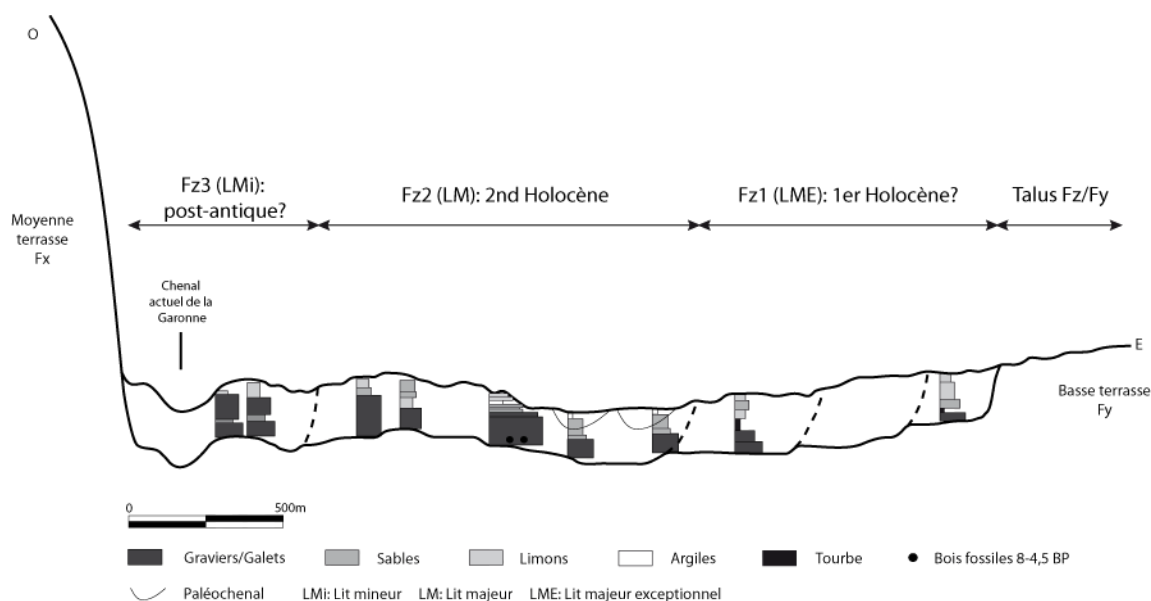


Figure 60 : Synthèse des données obtenues sur le secteur de Bourret

Pour conclure, la gravière de Bourret apporte un nouvel éclairage dans la restitution des grandes étapes de la dynamique alluviale holocène. A la lumière des informations apportées par le gisement des bois fossiles, trois séquences d'effondrement de la ripisylve ont pu être datées. Ces matériaux organiques ont ensuite été stockés dans la plaine avant d'être remobilisés postérieurement par le chenal. Le dernier enregistrement de ce processus est largement antérieur au sommet de la séquence stratigraphique, ce qui démontre une période de ralentissement sédimentaire entre 4000 et 2000BP. La reprise de la sédimentation est attestée au début de l'Antiquité, avec la mise en place d'une importante unité sablo-limoneuse d'origine alluviale, avant un nouveau ralentissement depuis la période médiévale.

4.4. Saint-Porquier

Au nord de la vallée, dans la moitié supérieure d'un coude de la vallée, le site de Saint-Porquier présente un vaste espace de recoupement de méandres de la Garonne, propice à une restitution multiséculaire de la dynamique alluviale (figure). Les formes les plus marquées dans le paysage correspondent à des formes récentes, dont l'activité est figurée dans les sources cartographiques des XVIII^e et XIX^e siècles. Les formes plus anciennes, non documentées par les sources iconographiques, n'ont livré qu'un remplissage faible ou fortement altéré par les activités anthropiques (peupleraies). Compte-tenu de ces remarques, il a été choisi de ne pas investir plus avant en termes analytiques sur ces secteurs, qui sont présentés ici dans un but uniquement informatif. Seul le méandre distal (RAN) a révélé une stratigraphie suffisamment riche pour la restitution de l'histoire hydrosédimentaire de ce secteur.

4.4.1. Présentation du site

Le site de Saint-Porquier se situe en aval du précédent, à environ km au nord-ouest. Le choix de cette zone d'étude résulte de l'enregistrement d'un nombre conséquent de paléoformes (figure 61), favorable à la restitution à minima pluri-séculaire de l'évolution de la plaine alluviale. Cette dernière s'étend sur km de large et prend une orientation sud-est/nord-ouest. Elle s'installe entre la basse terrasse à l'est et la moyenne terrasse à l'est, la première surplombant brutalement la basse plaine d'environ 30m contre seulement une dizaine pour la seconde. A l'instar des trois autres secteurs d'étude, la pente est peu prononcée, avec une altitude moyenne de 79m NGF et des valeurs maximales comprises entre 82 et 76m NGF.

Ici, le chenal présente une largeur d'une centaine de mètres en moyenne, valeur conforme à celles des autres sites d'étude. Le module est inconnu dans cette section, nous nous référons donc aux données de Verdun-sur-Garonne, déjà évoquées précédemment, qui donnent un module d'environ 200m³/s. La divagation du chenal dans l'espace dévolu à la basse plaine est marquée par de nombreux paléochenaux, identifiables par la forme des parcelles agricoles. La microtopographie est peu différenciée de manière globale, mais les paléoformes sont, sur le terrain, incisées d'un à deux mètres pour les plus récentes. Les plus anciennes bordent la basse terrasse, tandis que ce sont la rectification et la stabilisation du chenal à partir des années 1960 qui ont rattaché l'île Lizoun à la rive droite et transformé le méandre en bras-mort encore en eau aujourd'hui. Cette zone est aujourd'hui rattachée au lit mineur de la Garonne, soumis aux crues à récurrence annuelle à décennale. Le lit majeur exceptionnel reste l'unité la plus étendue sur ce tronçon.

A proximité de la basse terrasse, au nord-ouest de la zone d'étude, deux fosses d'extraction d'une ancienne gravière sont aujourd'hui reconverties en base de loisirs, et une autre est laissée à l'abandon. L'occupation humaine permanente reste très ponctuelle et isolée, matérialisée par de petits hameaux au nom parfois évocateur comme « Lile ».

Les données du BRGM sont quasiment inexistantes dans ce secteur, seul un sondage a été réalisé à proximité du bras-mort en eau de l'île Lizoun. Il révèle une stratigraphie scindée en deux parties, avec de la terre végétale sur les trois premiers mètres puis des graviers noirs sur deux mètres. Le fond du remplissage Holocène n'a pas été atteint.

Huit sondages ont été réalisés dans le secteur de Saint-Porquier. Ils se répartissent sur l'ensemble de la largeur de la plaine alluviale, dans des paléoformes bien identifiées dans le paysage. A Près-de-Cordes (PDC), trois sondages ont été réalisés sur deux zones différentes. Les sondages 1 et 2 se situent à proximité du bras-mort de l'île Lizoun, en bordure sud-ouest d'un champ de maïs. Le colmatage présente une forte densité de galets dont le diamètre atteint 6 à 8cm, rendant le prélèvement impossible à la tarière comme au tube. L'objectif était d'obtenir un référentiel moderne du remplissage d'un paléochenal de la zone. Sur le sondage 3, le choix de la parcelle résulte de l'accessibilité au terrain, qui a été plus favorable dans une peupleraie. A l'instar des forages 1 et 2, la forte densité de galets a limité la profondeur en deçà de la profondeur réelle du remplissage Holocène et a exclu la possibilité d'un prélèvement en tube.



Figure 61 : Localisation des zones de travail dans le secteur de Saint-Porquier

Dans la zone de Gabaxols, deux paléoformes sont recoupées par celle du sondage PDC 3. Le forage 1 est situé dans une peupleraie en contrebas du chemin vicinal. La parcelle a été sondée trois fois (est, centre, est) en raison des faibles profondeurs atteintes (inférieures au mètre). Le second se situe sur la paléoforme la plus au nord, mais les apports anthropiques ont détérioré la stratigraphie.

Enfin, au lieu-dit Les Randous, une ancienne paléoforme à proximité de la basse terrasse a été sondée à trois reprises. Elle est aujourd'hui marquée par le ruisseau de Majoureau. Le premier prélèvement s'est révélé pollué jusqu'au fond, tandis que le second n'a pu être entièrement prélevé en tube. Le fond de la paléoforme a cependant été atteint dans ces deux sondages. Pour le troisième, un changement de matériel a permis d'obtenir la séquence complète mais le fond graveleux n'a pas été atteint. L'objectif était d'obtenir une des plus anciennes séquence alluviale, afin de poser un cadre chronologique et les seuils d'édification de la plaine alluviale.

4.4.2. Les sondages non productifs

Les huit sondages ont révélés des remplissages très inégaux. A cela s'ajoutent des difficultés matérielles qui ont perturbé le prélèvement de certaines séquences sédimentaires. Finalement, sept des huit sondages du secteur de Saint-Porquier se sont révélés non exploitables dans le cadre de cette étude. Nous les présentons ici rapidement, avant de nous attarder plus longuement sur le seul sondage exploitable.

4.4.2.1. Près-de-Cordes

Les sondages de Près-de-Cordes ont été réalisés dans deux paléoformes distinctes et distantes d'environ 750m. La première est la plus récente de ce secteur, issue d'un bras secondaire de la Garonne formant l'île Lizoun et aujourd'hui un bras-mort. A proximité immédiate, elle a fait l'objet de deux carottages, afin d'avoir la meilleure séquence, que nous présenterons ici. La seconde paléoforme est située au nord-ouest, mais n'est pas directement successive à la précédente. Il s'agit de la quatrième plus ancienne forme repérée dans ce secteur, aujourd'hui totalement colmatée.

4.4.2.1.1. PDC 1

A l'extrémité sud de la parcelle, le sondage PDC 1 a été réalisé à l'intersection de deux paléochenaux. Le tassement et la compaction des sédiments ont limité le prélèvement en tube au premier mètre de stratigraphie. Le sondage a donc été complété à la tarière jusqu'à 2,70m.

Le sondage PDC 1 a livré que peu d'informations. Le comblement est constitué jusqu'à 1,60m de limons sableux bruns très homogènes (figure 62). La proportion de sables décroît de la base au sommet. Le tamisage des prélèvements à intervalle de 20cm a livré uniquement quelques débris coquilliers à 160-165cm et de très rares charbons à 197-203cm, 220-225cm et 255-260cm. Cependant, l'exploitation intensive de cette parcelle agricole a pu altérer les matériaux organiques et une partie de la stratigraphie. Le fond du remplissage alluvial n'a pas été atteint dans ce sondage. La tarière n'ayant pu descendre plus bas, l'hypothèse du toit de la grave à proximité est à envisager. A partir de 1,60m et jusqu'au sommet, le remplissage est exclusivement composé de limons bruns compacts et homogènes, associés à de rares inclusions de graviers pluri-millimétriques, qui deviennent au sommet centimétriques (diam. moyen 5cm). Le premier mètre, prélevé en tube, a été intégralement tamisé, sans aucun résultat.

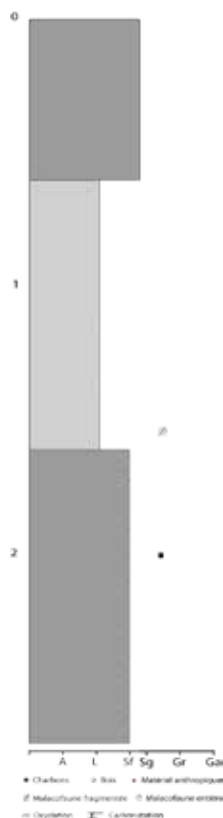


Figure 62 : Log synthétique de PDC 1

Les sédiments sont donc très homogènes et permettent de distinguer seulement un colmatage de plaine alluviale issu du débordement des chenaux de la Garonne en cours d'éloignement. Le colmatage limono-sableux à la base pourrait à la fois être associé à l'ancien chenal de l'île Lizoun à l'ouest et encore en eau aujourd'hui, ou au paléochenal de La Figuerade à l'est, plus ancien et distinct aujourd'hui uniquement par la topographie.

4.4.2.1.2. PDC 2

Ce sondage a été réalisé à plusieurs dizaines de mètres à l'est du précédent, afin d'obtenir une séquence complète du remplissage, aux abords du chemin de traverse du champ en culture. Cependant, la forte densité de cailloutis et de galets (diam. moyen 5cm) a exclu le prélèvement en tube. A la tarière, seuls 0,70m ont pu être prélevés pour les raisons similaires. La stratigraphie montre un remplissage homogène de sables limoneux à fortes inclusions de graviers millimétriques et centimétriques. Un échantillon a toutefois été prélevé pour tamisage, sans résultats. La grossièreté de la granulométrie résulte dans l'aménagement du chemin de traverse et l'accumulation des éléments grossiers les plus gênants pour l'agriculture, rejetés en bordure du champ.

4.4.2.1.3. PDC 3

Dans la paléoforme la plus ancienne à proximité du sondage précédent, un carottage d'environ 2,60m de profondeur a été réalisé. Situé dans une peupleraie, le prélèvement n'a cependant pas pu être effectué en tube en raison d'une forte densité de galets.

Dans cette zone, le sondage atteint 2,60m de profondeur, sans que le fond n'ait été détecté. A la base, un niveau d'argiles grises a été observé sur une trentaine de centimètres (figure 63). Sur les deux premiers tiers, les argiles sont associées à de rares inclusions de galets d'environ 2cm de diamètre. Un échantillon a été prélevé entre 245 et 255cm pour tamisage, donnant de rares charbons et débris coquilliers. Jusqu'à 2m, un hiatus lié au prélèvement ne permet pas de restituer l'emprise verticale réelle de ces argiles grises. Au sommet, le dépôt d'argiles brunes semble également remanié à partir de niveaux supérieurs similaires. Une phase détritique est signalée entre 1,80 et 1,62m, matérialisée par des sables argileux brun clair. Elle est rapidement scellée par des argiles brunes jusqu'à 1m, ponctuées de marbrures grises et de traces de manganèse entre 1,51 et 1,18m. De rares débris coquilliers ont été observés au tamisage d'un prélèvement à 105-110cm. Enfin, des limons très argileux et très homogènes complètent la séquence jusqu'au sommet, avec de rares inclusions de graviers d'un centimètre maximum de diamètre dans la moitié supérieure.

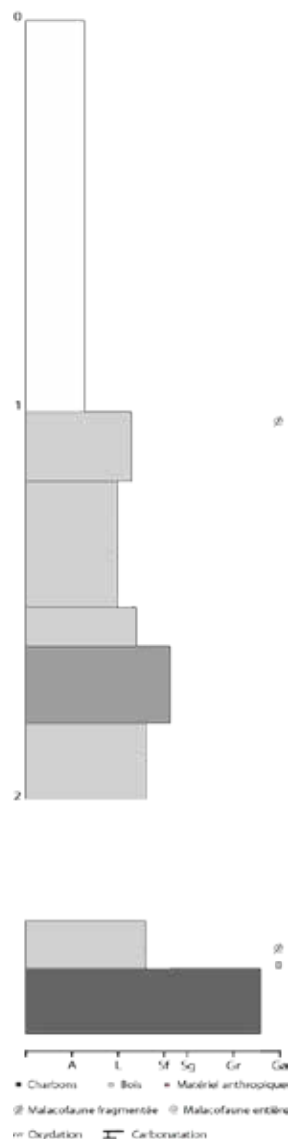


Figure 63 : Log synthétique de PDC 3

Cette séquence semble correspondre à un colmatage de paléochenal, déjà déconnecté de la dynamique fluviale principale à la base de notre prélèvement. Il est alors uniquement alimenté lors de crues de la Garonne. Ces matériaux fins sont cependant associés à des éléments plus grossiers à la base, qui pourraient correspondre à un niveau plus grossier à la base du paléochenal. Un épisode détritique est également identifié au sein des dépôts argileux, sous l'influence probable d'une hausse de la dynamique alluviale. L'absence de datation absolue ne permet pas de caler la chronologie de colmatage plus précisément.

4.4.2.2. Gabaxols

Au lieu-dit Gabaxols, immédiatement au sud de la route départementale 14, deux sondages ont été effectués distants d'environ 300m. Le premier a été effectué dans une paléofore située entre les formes sondées par PDC 1 et 3 (figure 61). La faible profondeur atteinte lors du premier sondage a contraint à sa répétition. Le second a été réalisé en une seule séquence et se situe dans une paléofore relativement ancienne dans le paysage au nord du secteur de Saint-Porquier. Complètement nivelée topographiquement, elle est aujourd'hui uniquement marquée par la forme

des chemins d'accès aux parcelles et au dénivelé d'un mètre sur le bord externe. L'abondance de matériaux grossiers a perturbé le bon déroulement du carottage.

4.4.2.2.1. GAB 1

La première séquence, à l'extrémité sud-ouest de la parcelle, a d'abord été prélevée au tube sur 0,55m. Peu probante, un second prélèvement à la tarière a été réalisé à quelques dizaines de centimètres, guère plus profond (0,67m). Le remplissage s'est révélé exclusivement limono-sableux brun à structure grumeleuse, associé à des sables très grossiers et des graviers centimétriques (diam. max. 1cm). Ces derniers gagnent en densité à la base, jusqu'à bloquer le prélèvement.

Le second sondage a été réalisé au centre de la parcelle. La méthode a été identique au précédent, avec un premier prélèvement au tube sur 0,53m de profondeur et un second à la tarière sur 0,67m. Le remplissage est également similaire, avec des limons sableux bruns grumeleux, avec des inclusions de graviers millimétriques et centimétriques (diam. max. 1cm) à densité décroissante.

La dernière séquence s'est révélée la plus profonde, avec 0,80m de remplissage prélevé au tube et 1,27m à la tarière. La base (1,27-1m) est constituée de sables moyens à fins, pris dans une faible matrice limoneuse brun clair et associés à de rares graviers millimétriques (figure 64). Des limons sableux bruns à structure grumeleuse complètent la stratigraphie jusqu'au sommet, avec des inclusions de galets (diam. max. 3-4cm) dans les niveaux les plus profonds, à densité et granulométrie décroissante vers le sommet.

La paléoforme de GAB 1 a donc livré peu d'informations malgré la réalisation d'un transect. Le comblement assez grossier et non trié montre un paléochenal dont la profondeur reste indéterminée. Aucun remaniement récent n'est attesté, en raison d'une empreinte verticale conséquente des processus pédologiques. Cependant, il reste encore largement alimenté par les dépôts de crues de la Garonne par sa situation dans le lit majeur.

4.4.2.2.2. GAB 2

Le sondage de GAB 2 a été réalisé sur une paléoforme limitée topographiquement par un talus d'environ 1m et cartographiquement par le tracé curviligne du chemin d'accès aux parcelles cultivées. La stratigraphie de GAB 2 apparaît très perturbée sur l'intégralité des 4m du sondage.

Les deux premiers mètres ont chacun fourni seulement 0,40m de stratigraphie en place à la base du prélèvement (figure 64). Ce sont des limons sableux bruns compacts, à faible densité d'inclusions de sables très grossiers. Trois échantillons ont été prélevés sur les deux séquences sédimentaires en place. Le tamisage de cinq échantillons (265-270, 277-282, 289-294, 377-382 et 389-394cm) a révélé de rares charbons non exploitables pour des dates radiocarbone. Dans les deux séquences, les dépôts supérieurs correspondent à des apports anthropiques. Les deux mètres supérieurs du prélèvement sont plutôt homogènes, avec des limons bruns ponctués par de petites passes de sables à granulométrie variable et à récurrence rare et aléatoire. Le remaniement de ces dépôts a été identifié par la découverte d'une céramique vernissée moderne *in situ* aux alentours de 1,90m. La proximité d'un lieu d'habitat et de stockage, ainsi que la pente légère ont pu contribuer à cet épais colmatage moderne. En revanche, une sédimentation « naturelle » moderne de cette ampleur s'avère incohérente avec les données déjà acquises et une zone, dans le lit majeur exceptionnel, rarement alimentée par les dépôts de crue. La faiblesse des données sédimentaires ne permet pas ici de proposer des hypothèses d'édification et d'évolution de la paléoforme.

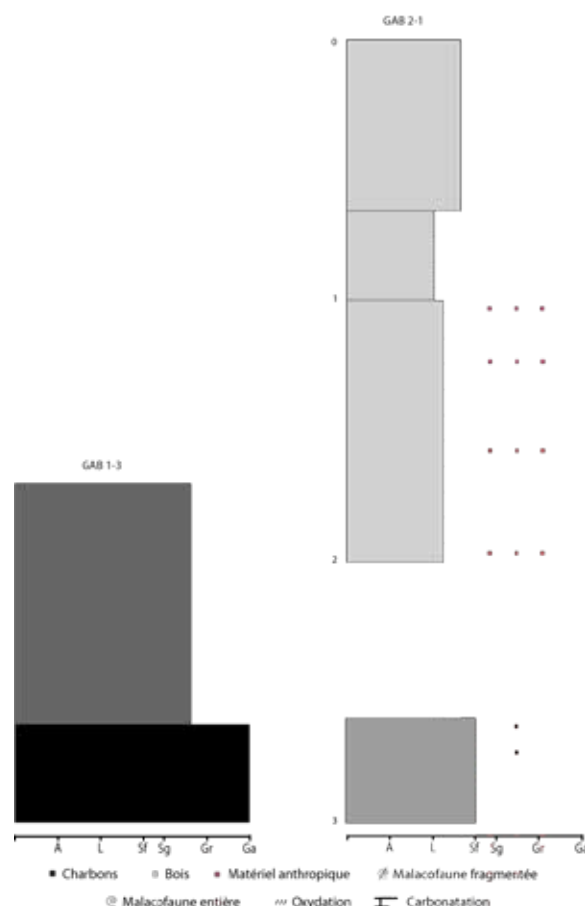


Figure 64 : Logs synthétiques de GAB 1-3 et 2-1

4.4.2.3. Les Randous

Le paysage du lieu-dit Les Randous est aujourd'hui largement altéré par cinq plans d'eau issus de l'abandon de fosses d'extraction de granulats. Le ruisseau de Majoureau épouse plusieurs paléoformes en bordure de la basse terrasse et notamment une au sud-est du secteur des Randous. La chronologie relative des paléoformes locales situerait ce paléoméandre troisième dans l'ordre de migration vers l'ouest de la plaine alluviale. Ici, trois carottages ont été nécessaires afin d'avoir une séquence complète et non polluée par des remblais anthropiques. La dernière, la plus complète, sera présentée plus loin. Le sondage RAN a été réalisé en bordure d'un chemin vicinal reliant le lieu-dit Les Randous au village de Saint-Porquier. Entre la route et la parcelle concernée par le prélèvement coule le ruisseau de Majoureau, qui marque aujourd'hui la paléoforme.

4.4.2.3.1. RAN 1

Ce sondage, d'une profondeur de 4m a été entièrement réalisé à la tarière et présente un remplissage en deux temps. A la base, des sables grossiers bleus sont liés par une matrice argileuse quasi-inexistante au fond, mais dont la proportion augmente régulièrement dans la moitié supérieure tandis que la granulométrie des sables décroît. Un fragment de bois a été prélevé à 3,80m pour datation ¹⁴C. Entre 3,60m et 2m, les sables disparaissent au profit d'un colmatage exclusivement argileux bleu-gris. Plusieurs échantillons ont été prélevés et tamisés, montrant des inclusions de nombreux débris végétaux jusqu'à 3m et notamment des micro-charbons. La seconde phase est isolée de la précédente par un hiatus de 0,60m issu de la décharge de sédiments des niveaux supérieurs lié au prélèvement. Entre 1,40m et la surface, le comblement est globalement

homogène, avec des argiles gris-brun très compactes jusqu'à 0,57m, et de rares débris végétaux entre 1,30 et 0,90m. A partir de 0,57m, les argiles deviennent brun foncé, et sont progressivement associées à des limons et des tessons vernissés modernes, dans des proportions croissantes vers le sommet. Les dépôts ne présentent pas de traces d'hydromorphie ni de végétalisation.

Cette séquence est typique d'un paléochenal en cours de déconnexion. A la base, les sables homogènes attestent d'un chenal encore connecté, avant son isolement de la dynamique du chenal principal. Le chenal devient alors un bras-mort végétalisé, marqué par une sédimentation de décantation homogène et ponctuellement alimenté par des crues de la Garonne. Au sommet, les matériaux sont typiques de crues d'origine lointaine et altérés ensuite par les processus pédologiques. Au sommet, les dépôts sont fortement anthropisés, ce qui résulte, d'après les indications du propriétaire de la parcelle, de la destruction non datée d'un bâtiment moderne. Ces perturbations nous ont obligé à doubler le sondage, afin d'obtenir une séquence complète.

4.4.2.3.2. RAN 2

Un second carottage a été réalisé à quelques mètres au nord du précédent. L'objectif était d'obtenir une séquence complète en tube, afin d'effectuer des analyses complémentaires en laboratoire, mais la tarière a finalement été privilégiée, associée à un échantillonnage total ou ponctuel de chaque mètre. La grave a été atteinte à 5,60m de profondeur et deux séquences de remplissage ont été identifiées.

A la base, entre 5,60 et 5,30m, des sables argileux gris-bleu sont accompagnés de nombreuses inclusions de graviers et de galets de 3cm de diamètre maximum (figure 65). L'impossibilité de sonder plus avant suggère le sommet d'une nappe graveleuse. Les dépôts postérieurs sont très homogènes jusqu'à 3,45m, constitués d'argiles à sables fins plus ou moins compactes, dont la teinte gris à nuance bleutée est typique des dépôts en contexte hydromorphe de type gley. Le tamisage de l'intégralité de ces dépôts a livré une densité importante de débris végétaux (racines, quelques fragments de bois) et de graines. De plus fortes concentrations ont été relevées entre 410 et 400cm, puis entre 370 et 350cm et associées à quelques débris coquilliers. Parmi les macrorestes, plusieurs graines de *Vitis vinifera* (identification N. Rovira) ont été identifiées à 525cm, 470cm et entre 365 et 350cm. Les dépôts postérieurs, entre 3,45 et 2m, sont constitués d'argiles bleu-gris homogènes mais quasiment stériles. Seuls de rares débris végétaux sont ponctuellement identifiés jusqu'à 3m, puis quelques racines à 240m. Au-dessus de 2m de profondeur, le comblement argileux prend une nuance grise prononcée sur un mètre. Très compactes, elles ne livrent aucun macroreste dans les trois échantillons prélevés à 189-194, 152-157 et 130-135cm. Des traces d'oxydation sont typiques de phases d'humectation-dessiccation, et forment un horizon de type pseudogley. Des inclusions de matériel anthropique moderne à densité croissante de la base au sommet ont été repérées dans ces dépôts. Le mètre supérieur présente les mêmes inclusions dans un niveau hétérogène de limons argileux à sableux bruns à structure grumeleuse.

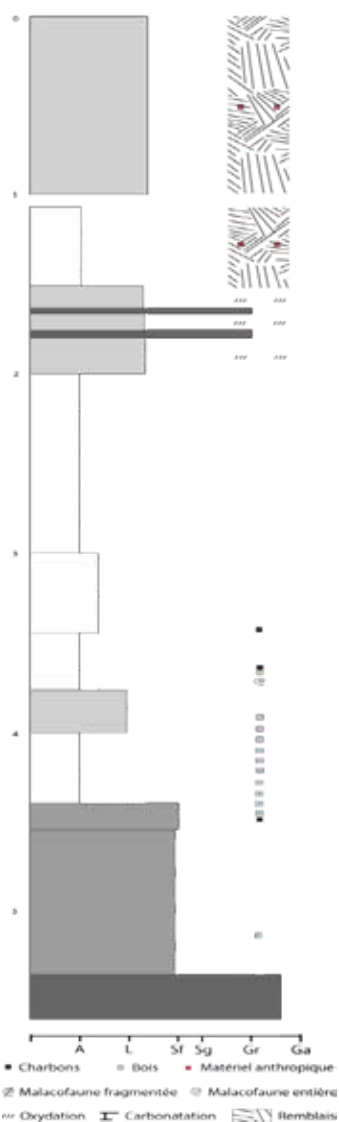


Figure 65 : Log synthétique de RAN 2

Le sondage de RAN 2 révèle donc une séquence relativement comparable à RAN 1. Le paléochenal semble être brutalement déconnecté du chenal principal. Toujours en eau, il devient un bras mort, bien végétalisé et régulièrement alimenté par les crues de la Garonne. Au-dessus de 3,50m, les matières organiques disparaissent du remplissage tandis que les gleys persistent. L'hypothèse d'un déboisement pour la mise en culture ou l'asphyxie du milieu par un apport important de sédiments dans un laps de temps très court, est à envisager. Les dépôts restent stériles jusqu'au sommet, dans un milieu encore très hydromorphe avec la formation de pseudogleys jusqu'à 1m de profondeur, antérieurs à un comblement hétérogène issu de remblais. La découverte de graines de *Vitis vinifera* au sein des dépôts profonds (525cm, 470cm et entre 365 et 350cm) pose en revanche des doutes quant à la fiabilité de cette séquence. En effet, la vigne cultivée est introduite au IV^e siècle dans le sud de la France à partir de Marseille (Bouby et Marinval 2001). La première datation obtenue sur le sondage RAN 1 à 3,80m montre une chronologie largement antérieure au IV^e siècle à quelques mètres seulement. La présence de ces graines à une telle profondeur montre un remplissage remanié à partir des niveaux supérieurs, mais probablement très localisé en l'absence d'éléments similaire sur RAN 1. Nous avons donc choisi d'écarter cette séquence de notre catalogue de données, afin de ne pas fausser l'interprétation générale.

La quasi-totalité des sondages réalisés dans le secteur de Saint-Porquier s'avèrent inexploitable ou offrent peu de données. Ce phénomène est d'autant plus préjudiciable que cette zone présente une belle succession de paléoformes qui auraient pu fournir un modèle d'édification de la plaine alluviale. La chronologie obtenue sur RAN1 donne une datation à 5740-5620 cal BC à la base de la séquence sédimentaire. L'exploitation de cette date reste cependant limitée en l'absence d'indices supplémentaires et en raison des perturbations du colmatage supérieur. L'élaboration d'une chronologie relative à l'aide de vestiges anthropiques ou de marqueurs biologiques est inenvisageable. Un troisième sondage a été réalisé à proximité de RAN 1 et 2, afin de vérifier et compléter ces premières observations.

4.4.3. RAN 3

Face à deux séquences douteuses et au remplissage supérieur perturbé, un troisième sondage a été effectué sur la parcelle des Randous. Afin de limiter l'emprise des remblais modernes liés à la destruction d'un bâtiment, il a été réalisé à plusieurs mètres au nord du précédent à l'aide d'un carottier COBRA, plus fin et maniable. Cinq mètres de stratigraphie ont été prélevés et une analyse multi-proxy a pu être réalisée sur cette séquence : étude palynologique, perte au feu et susceptibilité magnétique, permettant d'affiner les différentes phases de remplissage.

4.4.3.1. Description des faciès sédimentaires

Le sondage RAN 3 a livré un colmatage à granulométrie globalement décroissante et à granoclassement normal de la base au sommet. Deux séquences ont été identifiées, au sein desquelles deux nouvelles datations ont été obtenues.

Le fond de la paléoforme n'a pas été atteint mais ce linéaire correspond probablement à une réactivation du paléochenal, déconnecté d'une phase antérieure par une séquence plus fine. A la base du remplissage, un premier niveau limoneux grossier gris-bleu est identifié sur une vingtaine de centimètres (figure 66). Quelques débris végétaux ont été repérés dans ces niveaux et un charbon a été prélevé pour datation à 4,81m de profondeur. Ces dépôts correspondent au sommet d'une séquence antérieure dont l'ampleur est inconnue. Ces limons précèdent un important niveau sableux gris-bleu qui s'étend sur 1m environ et forme la base de la seconde séquence qui s'étend jusqu'au sommet du sondage. La granulométrie de ces niveaux est variable, avec des sables fins à moyens sur les quinze premiers centimètres, remplacés par des matériaux grossiers sur le reste de la séquence. Au sommet, la granulométrie faiblit à nouveau sur environ 4cm. Cet épais niveau sableux peut être rapproché de la séquence sableuse à la base de RAN 1. Le chenal est alors rapidement déconnecté, puis alimenté par des dépôts de débordement/décantation issus des crues de la Garonne. Jusqu'à 3m, la granulométrie des dépôts diminue rapidement, passant des limons peu sableux à des argiles gris-bleu formant ponctuellement des pseudogleys aux environs de 3,40 et 3,15m. De nombreux débris végétaux ont été repérés dans ces dépôts et un charbon a été prélevé pour datation à 3,20m de la surface.

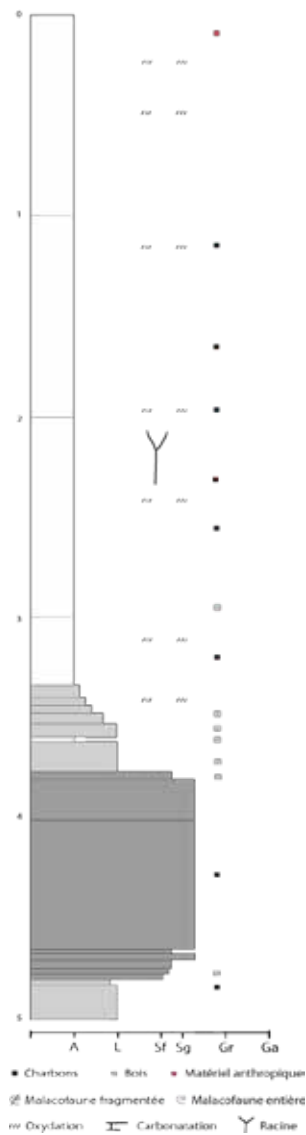


Figure 66 : Log synthétique de RAN 3

Au-dessus de 3m, le remplissage est exclusivement argileux et homogène jusqu'au sommet. La sédimentation se poursuit alors en contexte hydromorphe. Des niveaux de pseudogleys sont ponctuellement identifiés à 2,40m, 2m, 1,15m, 0,55m et 0,25m, montrant un ralentissement de la sédimentation, tandis qu'à partir de 1,50m des traces d'oxydation témoignent de la limite de battement de nappe. Entre 1,10 et 0,85m, ainsi qu'à 0,35m de profondeur, des concrétions carbonatées ont été repérées, tandis que des racines ont perturbé le remplissage à 1,20 et 0,60m, ainsi que des processus de bioturbation entre 2,30 et 2m. Ces argiles ont également livré quelques débris végétaux, dont des charbons entre 2,55 et 1,20m et un fragment de bois à 2,95m. Enfin, à 0,10m environ de profondeur, un tessou de céramique vernissée moderne a été découvert dans le remplissage. La destruction de l'échantillon lors du tamisage humide a interdit l'application de cette procédure sur cette séquence, en raison du faible volume de prélèvement et la perspective d'analyses complémentaires.

4.4.3.2. La perte au feu

Afin de mieux analyser la séquence en apparence homogène, en particulier entre 3m et le sommet, le taux de matière organique et de carbonates a été mesuré tous les 5 cm sur l'intégralité de la séquence RAN 3, par la méthode de la perte au feu.

4.4.3.2.1. Résultats

Les résultats montrent une courbe hétérogène et décroissante vers la base du sondage. De manière plus fine, elle peut être divisée en six séquences (figure 67), de la base au sommet.

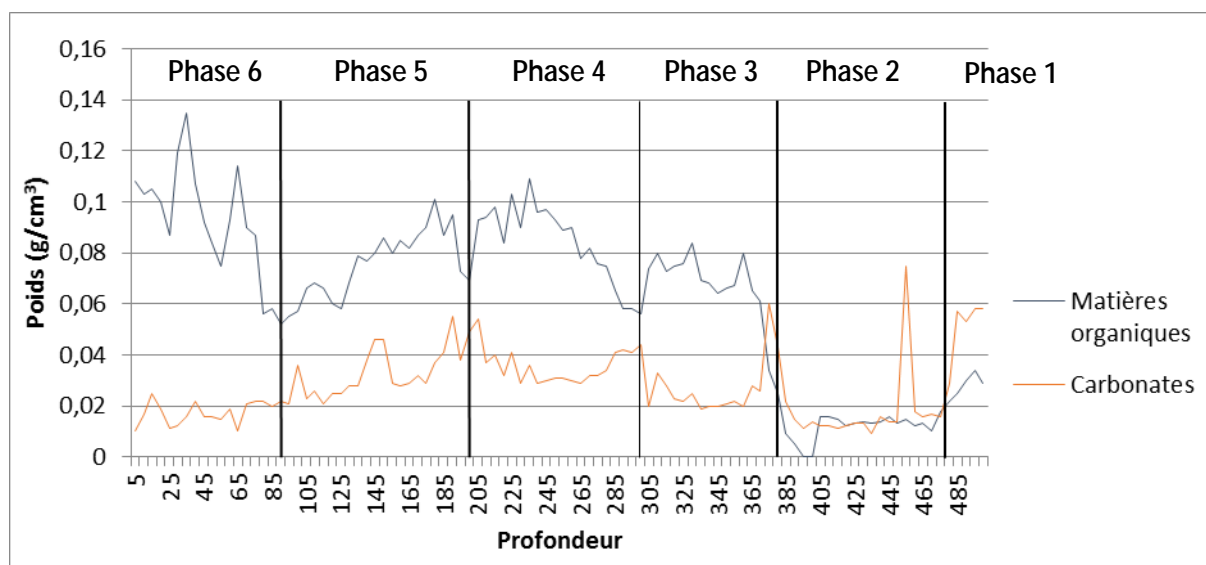


Figure 67 : Courbe de poids (g/cm³) de matière organique et de carbonates dans RAN 3

La première séquence s'étend sur 0,20m à la base du remplissage et correspond aux niveaux limoneux. La courbe des carbonates est élevée, avec des valeurs atteignant quasiment 0,06g/cm³ jusqu'à 485cm, avant une diminution drastique avec seulement 0,016g/cm³ à 475cm. La matière organique observe une courbe moins élevée, avec une valeur maximale de 0,034 g/cm³ à 495cm, puis une diminution constante jusqu'à 0,018 g/cm³ à 475cm. Le milieu est donc relativement actif, avec une végétalisation peu présente.

La seconde phase correspond aux dépôts sableux du sondage RAN 3, entre 4,80 et 3,80m. Les valeurs de matière organique sont stables (entre 0,010 et 0,016 g/cm³) jusqu'à 405cm, avant de présenter une zone stérile entre 405 et 390cm. A partir de 390cm, les valeurs remontent rapidement. Le schéma est globalement similaire pour les carbonates, avec des volumes compris entre 0,009 et 0,017 g/cm³ jusqu'à 390cm. Un pic important du taux de carbonates est identifié à 455cm avec des valeurs à 0,075g/cm³. Avec une absence de résonance de la matière organique, nous interprétons ce phénomène comme un événement ponctuel, voire une altération du prélèvement.

La troisième phase présente des variations importantes entre 3,80 et 3m. L'augmentation de la matière organique initiée dans la seconde phase se poursuit, atteignant 0,08g/cm³ à 3,60m. Elle varie ensuite tout au long de la séquence, alternant des valeurs élevées à 3,30m (0,084g/cm³) et 3,10m (0,08g/cm³), et des régressions plus ou moins importantes à 3,45m (0,064g/cm³) et 3,15m (0,075g/cm³). La tendance générale reste cependant à la croissance de la matière organique jusqu'à 3,10m, avant une nouvelle régression jusqu'à la fin de la séquence à 3m, avec 0,056g/cm³. La courbe des carbonates est moins variée. La hausse du volume initiée durant la période précédente atteint dès 375cm 0,06g/m3, avant de baisser rapidement jusqu'à 0,02 à 360cm. Les valeurs sont ensuite

comprises entre 0,02 et 0,033, avec une tendance à l'augmentation à la fin de la phase 3. Cette séquence correspond à la phase de déconnection du chenal et à la diminution rapide de la granulométrie.

La phase 4 s'étend entre 3 et 2m et les deux courbes observent un tracé en miroir sur la quasi-totalité de la séquence. Le volume de matière organique est stable sur les dix premiers centimètres puis augmente régulièrement jusqu'à 2,35m avec 0,109g/cm³. Ensuite, la tendance est à la baisse, avec de grandes variations entre chaque mesure et une légère stabilisation entre 2,15 et 2,05m. A 2m, l'échantillon ne présente que 0,069g/cm³. La courbe des carbonates est également stable jusqu'à 2,85m (0,041g/cm³) après la hausse à la fin de séquence précédente. Elle diminue ensuite avant de se stabiliser jusqu'à 2,30m (0,029g/cm³). Dans la dernière partie, le volume augmente progressivement en suivant une courbe irrégulière, pour atteindre 0,054g/cm³ à 205cm. Sur la stratigraphie, cette phase 4 correspond aux premières argiles post-dépôts sableux.

La cinquième séquence, entre 2 et 0,90m, présente une tendance à la baisse des matières organiques et des carbonates, ponctuée d'évènements plus intenses. A la base, le volume de matière organique augmente jusqu'à atteindre 0,101g/cm³ à 180cm. Elle diminue ensuite progressivement jusqu'à 130cm. Dans la dernière partie de la séquence, les valeurs sont plus aléatoires, entre 0,052g/cm³ à 90cm et 0,068g/cm³ à 110cm. Les carbonates montrent de fortes variations entre 2 et 1,80m, avec des extrêmes à 0,055g/cm³ et 0,038g/cm³, synchrones de la hausse des matières organiques. Les valeurs baissent ensuite lentement jusqu'à 0,90m (0,020g/cm³), ponctuées de hausses brutales des mesures, jusqu'à 0,046g/cm³ à 1,50 et 1,45m. Cette séquence correspond là encore à des dépôts argileux homogènes.

Enfin la dernière séquence s'étend jusqu'au sommet du remplissage. La courbe de la matière organique observe de fortes disparités, avec les valeurs les plus élevées de la stratigraphie. Les valeurs augmentent rapidement au début de la séquence, avec un maximum atteint à 65cm (0,114g/cm³), avant une baisse importante jusqu'à 55cm (0,075g/cm³). Un second phénomène similaire lui succède immédiatement, avec des valeurs entre 0,135g/cm³ à 35 et 0,087g/cm³ à 15cm. Au sommet, le taux de matière organique augmente une nouvelle fois dans une moindre mesure. Les valeurs des carbonates en revanche diminuent progressivement jusqu'à 0,01g/cm³ à 5cm. On note cependant trois épisodes plus importants : une légère baisse de 0,004g/cm³ entre 60 et 55cm et synchrone de la première augmentation de la matière organique, ensuite une augmentation de faible ampleur des carbonates à 40cm, à nouveau parallèle à la hausse de la matière organique, et un phénomène d'ampleur similaire à 15cm.

4.4.3.2.2. Interprétation

Les résultats de la perte au feu ont montré un remplissage moins homogène que ne le dessine les faciès sédimentaires. A la base, le milieu à faible énergie permet des dépôts importants de carbonates. La végétation est moins marquée aux abords de la paléoforme. Les valeurs de la phase 2 sont conformes aux observations géomorphologiques. Les milieux à plus forte énergie sont en effet peu favorables à la végétation, dans le développement comme la conservation, mais également au dépôt de carbonates, plus facilement dissout par le dioxyde de carbone dilué. La déconnexion du chenal montre des courbes en hausse, les carbonates étant légèrement plus réactifs que la végétation au moment de la baisse d'énergie hydraulique. Dans les 80cm suivants, l'augmentation du volume de matière organique est liée à la baisse de la dynamique fluviale, tandis que les carbonates diminuent et se stabilisent dans le même temps. Les valeurs de matière organique et des carbonates sont plus variables dans le remplissage argileux supérieur. Entre 3 et 0,90m, les carbonates ont une réponse à l'aléa plus tardive que la végétation. Dans le dernier mètre, les valeurs de la matière

organique présentent de très fortes variations attribuées à l'anthropisation. Elles sont peu suivies par les carbonates probablement en raison de la régularisation du cours d'eau pour l'agriculture.

4.4.3.3. La susceptibilité magnétique

L'analyse sédimentaire et la perte au feu ont permis d'identifier plusieurs phases dans le colmatage de la paléoforme. Cependant, les rythmes sédimentaires sont relativement encore mal connus et la présence de matière organique n'est pas toujours synonyme de ralentissement sédimentaire ou de paléosol.

4.4.3.3.1. Résultats

Les mesures de la susceptibilité magnétique a permis d'identifier cinq séquences (figure 68), non synchrones du découpage de la perte au feu.

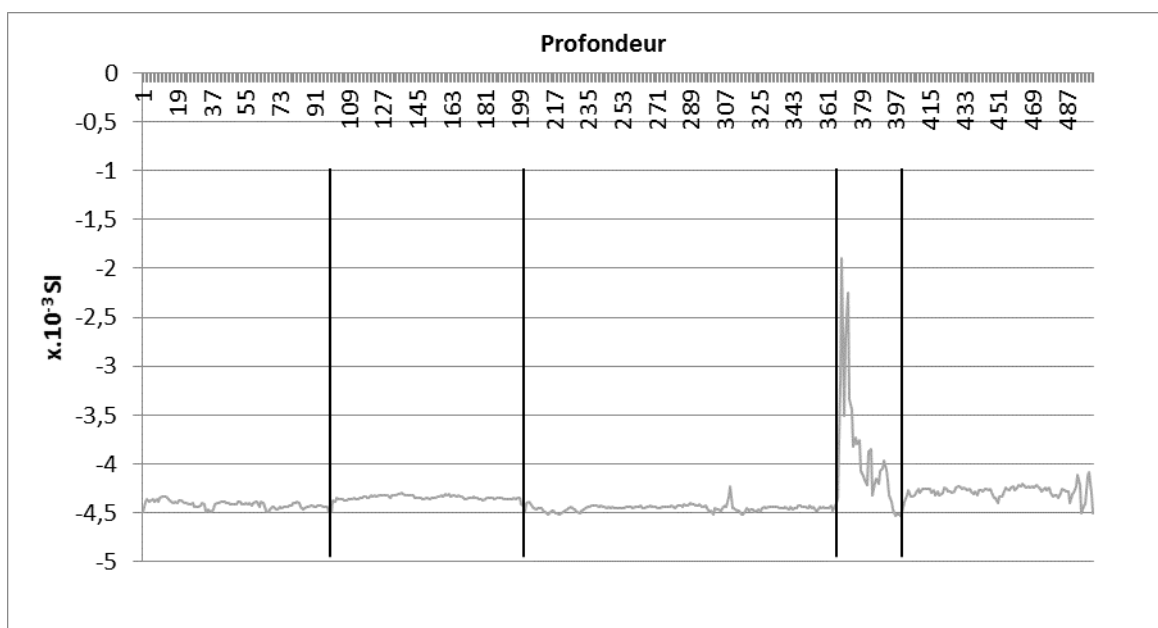


Figure 68 : Courbe de susceptibilité magnétique de RAN 3

La première séquence s'étend entre 500 et 402cm. A la base, des variations importantes ont été mesurées sur 20cm, comprises entre $-4,10.10^{-3}$ SI et $-4,40.10^{-3}$ SI, avant une stabilisation des valeurs autour d'une moyenne de $-4,27.10^{-3}$ SI. Un pic négatif est matérialisé entre 453 et 447cm, avec une valeur maximale à $-4,39.10^{-3}$ SI. La première partie correspond aux limons de base de la séquence, dont les valeurs hétérogènes indiquent des processus pédogénétiques qui restent toutefois de faible ampleur.

La phase 2 s'étend entre 402 et 366cm. Entre 402 et 395cm, les valeurs chutent rapidement pour atteindre $-4,52.10^{-3}$ à 399cm et 396cm. Les chiffres augmentent ensuite de manière discontinue jusqu'à 369cm avec $-1,89.10^{-3}$ SI. La chute postérieure des valeurs est très brutale, avec $-4,34.10^{-3}$ SI dès 366cm. Cette séquence est associée au sommet de la passée sableuse.

La troisième phase est la plus longue, entre 365 et 199cm. Les valeurs sont très homogènes, avec une moyenne de $-4,45.10^{-3}$ SI. Un pic est cependant observé à 308-309cm avec des mesures à $-4,22$ et $-4,33.10^{-3}$ SI. A partir de 230cm, les valeurs baissent légèrement ($-4,51.10^{-3}$ SI max.) avant d'amorcer une nouvelle remontée à la fin de la séquence.

La phase 4, entre 198 et 100cm, est encore plus homogène que la précédente. Les valeurs sont légèrement supérieures aux précédentes, avec une moyenne de $-4,34.10^{-3}$ SI.

Enfin, la dernière séquence s'étend sur le mètre supérieur de la stratigraphie. Les mesures de susceptibilité magnétique sont plus faibles que dans la phase précédente, avec une moyenne de $-4,41.10^{-3}$ SI. En revanche, la courbe est plus hétérogène, avec une tendance à l'augmentation à peine perceptible. Plusieurs pics négatifs ont été repérés, notamment à 98cm, 84cm, 66cm ou encore entre 37 et 33cm. Les écarts restent toutefois très faibles, avec un maximum de $-4,48.10^{-3}$ SI.

4.4.3.3.2. Interprétation

Les résultats des mesures de susceptibilité magnétique sont peu probants. Des variations sont plutôt bien marquées jusqu'à 3,66m, avec des processus pédogénétiques à la base, suivie d'une phase détritique homogène puis d'une forte augmentation des valeurs probablement issue d'un ensemble de facteurs externes. Ces fortes valeurs pourraient être associées à la fois à la dynamique érosive du milieu, et à la réduction de la dynamique alluviale entraînant des processus pédogénétiques. Ces phénomènes peuvent également être alimentés par la proximité de la chênaie (Kadlec *et al.* 2009) et des activités anthropiques (Vannière *et al.* 2000, Kadlec *et al.* 2009). En revanche, la seconde partie de la séquence présente des valeurs globalement homogènes jusqu'au sommet, qui rendent son interprétation délicate. Ces résultats sont plutôt étonnants dans un contexte de végétalisation du milieu et donc de stabilité, ordinairement associé à des processus de pédogénéisation. Cependant, en contexte alluvial, l'érosion pourrait être un facteur plus marquant que la pédogénèse. Ici, aucun indice d'érosion n'a été identifié, et le contexte est plutôt à l'aggradation. Ce phénomène est d'autant plus remarquable qu'il se poursuit jusqu'au sommet, sans détection de processus pédogénétiques et de perturbations anthropiques fréquemment représentés par une hausse des valeurs.

4.4.3.4. Chronologie

Le remplissage de RAN 3 a livré deux dates 14C, dont la validation sera discutée. La réflexion chronologique s'appuie sur les dates obtenues sur le sondage RAN3, associées à celle de RAN1, en raison de sa proximité et d'une stratigraphie comparable.

La chronologie est contrainte par seulement trois dates (tableau 23), limitées aux deux tiers inférieurs de la séquence. Les deux datations de la base ont été réalisées sur bois et semblent fiables. La première correspond à un prélèvement à 4,80m, à la transition limons-sables lors de la reconnexion du chenal. Elle livre un âge à 7320-7070 cal BC.

Lieu	Matériaux	Numéro laboratoire	Age BP	Age cal BP 2s
Saint-Porquier – RAN 1 3,80m	Fragment de bois indét.	Beta 281412	6790 ± 50	7690-7570
Saint-Porquier – RAN 3 2,95m	Charbon indéterminé	Beta 304259	300 ± 30	460-290
Saint-Porquier – RAN 3 4,80m	Fragment de bois indét.	Beta 302975	8180 ± 40	9270-9020

Tableau 23 : Liste des datations du secteur de Saint-Porquier

La date de déconnexion est établie par un second prélèvement à 3,80m avec un âge à 5740-5620 cal BC. Enfin, à 2,95m, la troisième date, réalisée sur charbon, donne un âge à 1490-1660 cal AD. Cette date est totalement incohérente avec les données palynologiques. En effet, l'absence de pollens de cultigène et/ou de rudérales postérieurs mais surtout antérieurs est incompatible avec l'âge obtenu. Les données historiques montrent que l'anthropisation du milieu passe, au moins depuis l'Antiquité, par de profondes modifications du paysage par le déboisement et l'introduction

de plantes cultivées (cf. chapitre 1). Ces modifications n'apparaissent pas dans le diagramme pollinique. Cette datation pourrait donc être liée au transfert d'un charbon jeune par une racine depuis la subsurface. Cette hypothèse est corroborée par la présence de canaux racinaires sur le prélèvement jusqu'à 3m de profondeur environ. Cette date a donc été rejetée. Sur la base de ces deux dates, l'application d'un modèle linéaire permet de proposer une chronologie du diagramme pollinique post-niveau sableux comprise entre environ 5900 et 3300 cal BC.

4.4.3.5. La palynologie

L'absence de séquence de référence dans le bassin de la Moyenne Garonne a conduit à tester le potentiel de préservation de l'information paléoécologique du bras de Randous. Les datations obtenues montrent que la séquence pouvait potentiellement couvrir un intervalle de temps long, centré sur la fin du Mésolithique et le Néolithique moyen d'un intérêt majeur compte tenu de l'absence de données archéologiques sur cette période.

4.4.3.5.1. Résultats

Sur RAN 3, les résultats montrent une séquence incomplète (figure 69) mais une trame de l'évolution paysagère globale peut déjà être dégagée des six phases identifiées entre 5m et 1,50m. Au-delà, l'oxydation liée aux battements de nappe a probablement détruit les pollens.

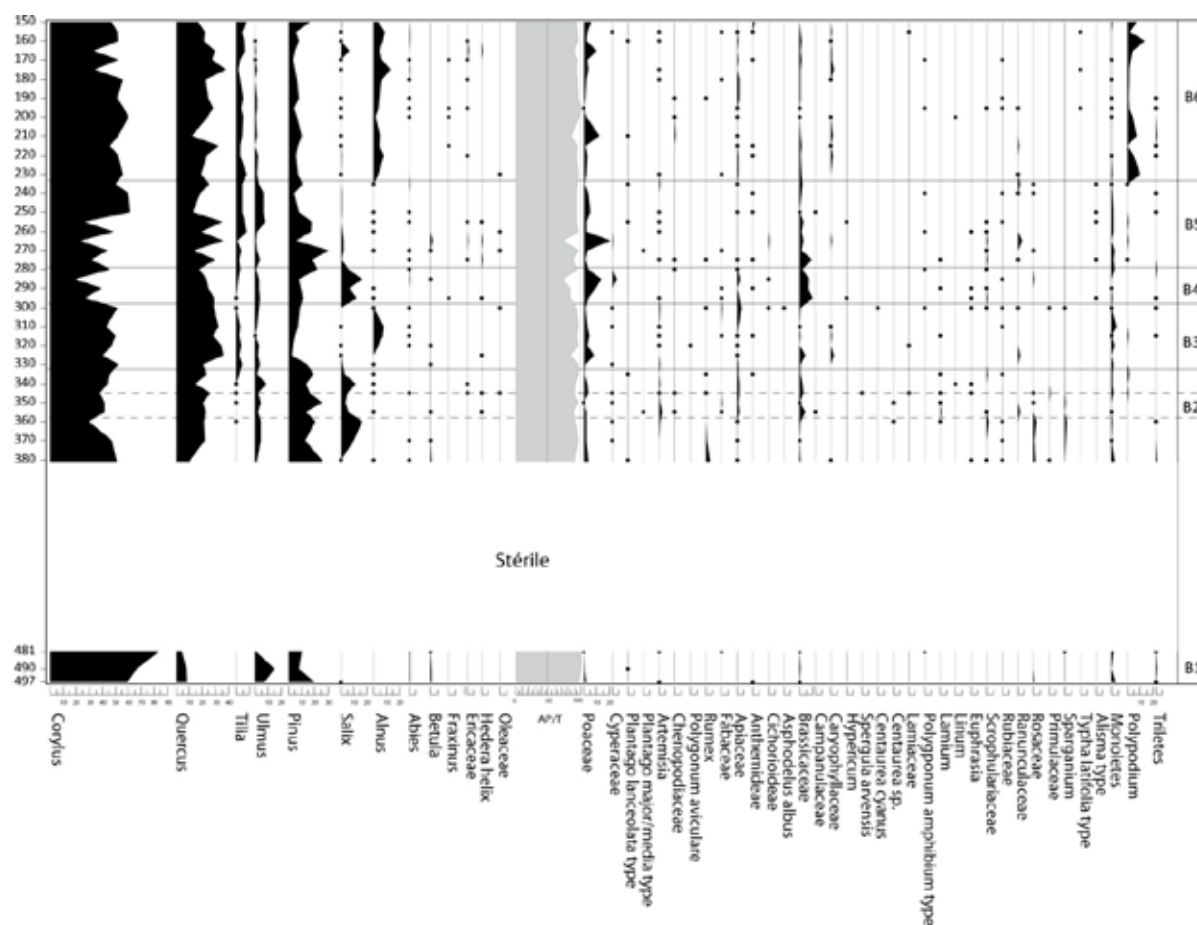


Figure 69 : Diagramme palynologique obtenu sur le carottage RAN 3

La première phase (B1) se divise en deux parties : entre 5 et 4,80m, puis entre 3,80 et 3,58m. Dans la première, les traces d'herbacées sont quasiment inexistantes et seuls les *Poaceae*, les

Brassicaceae et les pollens de *Monoletes* montrent de faibles effectifs en régression vers le sommet. En ce qui concerne les taxons arboréens, *Betula* et *Abies* présentent des concentrations similaires aux herbacées, avec une légère diminution de *Betula* sur les cinq derniers centimètres. *Corylus* constitue l'espèce la plus représentée. Globalement, un seuil est perceptible à 4,90m, suivi d'effets différents. *Corylus* connaît une forte augmentation, tandis que *Quercus* diminue progressivement et qu'*Ulmus* disparaît quasiment totalement. Ce seuil est également apparent dans le rapport AP/T déjà très élevé et qui atteint près de 100 après 4,90m. Après une épaisse séquence stérile, correspondant au niveau sableux, les herbacées sont un peu plus représentées, avec l'apparition de *Sparganium*, *Rosaceae* et de *Rumex*, et des taxons de *Poaceae* plus élevés que dans la première partie. Certains taxons arboréens (*Pinus*, *Corylus*, *Ulmus* et *Quercus*) montrent un nouveau seuil à 3,70m, aux conséquences variables selon les espèces. Dans le même temps, les herbacées ne semblent dans l'ensemble pas réellement subir de modifications. On note cependant l'apparition d'*Artemisia*, la quasi-disparition de pollens *Monoletes*. A partir de 3,60m, *Quercus* et *Corylus* amorcent une remontée, suivies par *Artemisia* et *Brassicaceae*, alors que *Salix*, *Pinus* et *Ulmus* régressent.

La séquence B2 est peu différenciée de la précédente et scindée en deux parties (3,58-3,44m et 3,44-3,32m). Dans la première, l'intégralité des espèces représentées montrent des fluctuations synchrones. Jusqu'à 3,55m, *Corylus*, *Quercus* et les toutes les herbacées sont en hausse alors que le reste des taxons arboréens diminuent. Le rapport AP/T montre une légère ouverture du milieu, avant une nouvelle fermeture à 3,50m marquée par la disparition des herbacées et une faible diminution des espèces arborées. Les tendances s'inversent à nouveau pour tous les taxons à la fin de la première partie. Dans la seconde, *Tilia* apparaît lentement et seuls *Ulmus*, *Salix* et *Corylus* augmentent à nouveau jusqu'à 3,40m pendant que les autres espèces arborées et les herbacées régressent. A 3,35m, un pic de *Pinus* et *Quercus* est identifié, *Corylus* et *Tilia* sont dans une phase ascendante alors qu'*Ulmus* et *Salix* ont quasiment disparu. Le rapport AT/P reste stable.

La troisième phase s'étend entre 3,32 et 2,98m environ. A 3,25m, le synchronisme entre la disparition de *Salix* et l'apparition d'*Alnus* est parfaite, associé à une remontée de *Poaceae* et *Brassicaceae*. Parallèlement, *Pinus*, dont les effectifs ont fortement chuté à 3,25m, augmente progressivement tout en restant relativement faible. Les effectifs de *Quercus* sont les plus élevés de l'ensemble de la séquence pollinique avec un pic à 3,25m mais décroissent à partir de 3,10 m. Les taxons de *Tilia* disparaissent à 3m, tandis que les valeurs d'*Ulmus* sont faibles et marquent un net ralentissement à 3,15m. Enfin, la courbe de *Corylus* est très variable, avec une succession trois pics positifs à valeur similaire.

La phase B4 observe une faible emprise verticale, entre 2,98 et 2,79m. Dans cette séquence, *Alnus* a totalement disparu, au profit de *Salix*. *Ulmus* et *Quercus* régressent progressivement vers la fin de la séquence tandis que *Tilia* est à nouveau identifié à partir de 2,94m. Les courbes de *Corylus* et de *Pinus* sont plus aléatoires. Un premier seuil est marqué à 2,94m par l'augmentation de *Pinus*, la baisse de *Corylus* à 2,94m et la réapparition importante de *Brassicaceae*. A 2,85m, *Corylus* et *Pinus* chutent fortement, tandis que *Salix* et *Poaceae* atteignent leurs valeurs maximales. On notera une légère variation positive de *Brassicaceae* mais surtout l'apparition timide et très ponctuelle de *Plantago type lanceolata*. A l'extrême fin de la séquence, l'intégralité des taxons diminue, excepté *Pinus* et *Corylus* qui observent une augmentation relativement importante.

Dans la séquence B5, entre 2,79 et 2,33m, la tendance générale est à la baisse, exceptée pour *Ulmus*, *Tilia* et *Corylus*. Les fréquentes variations de représentation sont particulièrement synchrones entre *Quercus*, *Pinus* et *Corylus*, et identiques jusqu'à 2,60m pour les deux derniers. A 2,65m, Alors que *Quercus* augmente et que *Tilia*, *Pinus* et *Corylus* sont en régression, un pic important de *Poaceae* est identifié et le rapport AP/T faiblit rapidement. Après une nouvelle hausse de *Tilia* et d' *Ulmus* à 2,60 et 2,55m, ces taxons sont stables jusqu'à 2,40m, à l'instar des herbacées, tandis que *Pinus* et *Corylus* diminuent légèrement. *Salix* disparaît totalement à cette profondeur.

Dans la sixième et dernière phase (B6), entre 2,33 et 1,50m de profondeur, les valeurs de *Pinus* et *Tilia* sont relativement stables. En revanche, *Ulmus* est très faiblement représenté sur toute la durée de la séquence B6 et disparaît totalement à 1,60m. *Alnus* réapparaît à 2,33m avec des valeurs qui restent faibles, malgré un pic à 1,75m, synchrone d'un phénomène similaire sur *Quercus* et d'une régression de *Corylus*. La régression de ce dernier à 1,65m est synchrone de la réapparition très courte de *Salix*. Enfin, la courbe de *Quercus* montre de lentes variations et notamment une forte régression à 2,10m également perceptible sur les courbes de *Pinus* et des herbacées *Poaceae* et *Polypodium*. Hormis *Quercus*, remplacé par *Tilia*, ces dernières espèces sont en augmentation au sommet de la séquence pollinique, le reste des taxons arboréens étant en baisse.

4.4.3.5.2. Interprétation

La première partie de la séquence B1 présente les caractéristiques végétales du Boréal, appelée aussi « époque du noisetier » (Richard 1999). Cette appellation est particulièrement de circonstance ici, au vu de la prépondérance de ce taxon qui tend à se développer sous des climats tempérés frais (Reille 1990). Le paysage arboréen est complété par le chêne et l'orme, espèces mésothermophiles apparues au Préboréal, mais également par le pin, qui conserve une place non négligeable dans le paysage végétal du Boréal (Reille 1990, Richard 1999). Dans la seconde partie, l'apparition de *Salix* illustre bien la recolonisation végétale des berges après l'épisode sédimentaire détritique, sous un climat frais et humide. L'assemblage général de la végétation, avec le léger retrait de *Corylus* et l'augmentation de *Quercus* montre le développement d'une chênaie mixte typique de l'Atlantique ancien (Reille 1990, Richard 1999). Toutefois, les valeurs de *Quercus*, peu élevées, et d'*Ulmus*, faibles, suggèrent plutôt une chronologie tardive, où la péjoration climatique entraîne la dégradation de la chênaie mixte tout en conservant des taux significatifs de *Pinus* et de *Corylus*.

La séquence B2 est peu différenciée de la précédente. Le saule diminue légèrement mais la configuration du paysage végétal est similaire. L'attribution de la seconde B2 à la phase récente de l'Atlantique ancien est donc cohérente, avec une végétation pionnière qui peine à se transformer en forêt mature sous un climat encore frais, permettant l'expansion du pin.

Au cours de la phase 3, la modification des conditions climatiques est proposée avec l'apparition de l'aulne, contemporaine de la disparition du saule. Associée à l'importante expansion du chêne et la stabilité du tilleul et de l'orme, elle illustre un climat chaud et humide (Reille 1990, Vannière *et al.* 2000), que nous interprétons comme la première phase de l'Atlantique récent, couramment associée à une amélioration climatique. La transition entre les périodes ancienne et récente de l'Atlantique se situerait alors autour de 3,25m de profondeur.

La séquence B4 est marquée par la réapparition du saule au détriment de l'aulne, la régression générale des espèces arborées et la recrudescence des herbacés (*Poaceae* et *Brassicaceae*). L'hypothèse d'une modification plutôt rapide des conditions climatiques, avec le passage d'un environnement chaud humide (Vannière *et al.* 2000) à un environnement plus sec et frais, est envisagée, probablement à l'aube de la longue péjoration de l'Atlantique récent (Reille 1990, Richard 1999).

Dans la séquence B5, l'assèchement initié lors de la phase B4 se poursuit, matérialisé par la disparition du saule, typique des ambiances fraîches humides. Les variations rapides et de grande ampleur de *Quercus*, inversement synchrones de celles de *Corylus* et *Pinus*, suggèrent une alternance d'épisodes chauds et humides, puis froids et secs, sur la première moitié de B5. Ils peuvent être corrélés à la fin de la péjoration climatique de l'Atlantique récent. Dans la seconde moitié, la stabilisation du climat relativement chaud et humide permet le développement de l'aulne, du tilleul et la reconquête du chêne, qui pourrait être associé à l'amélioration des conditions environnementales à la fin de l'Atlantique récent.

Au cours de la dernière séquence, la réapparition de l'aulne signale une humidification accrue des sols et donc du climat. Si le noisetier arrive à maintenir une population stable, la chênaie mixte se retire progressivement. La disparition de l'orme est initiée à l'extrême fin de la séquence précédente. Ce phénomène est daté en Europe à 5000 BP environ (Richard 1999, Lespez *et al.* 2005, Traverse 2007, Li *et al.* 2008). Associé aux fortes variations de la population de chêne et la reprise de l'aulne, la séquence B6 est envisagée comme la transition entre l'Atlantique et le Subboréal.

Sur l'intégralité de la séquence, aucun indice pollinique d'anthropisation (Galop 1998, Richard 1999, Mazier 2006, Li *et al.* 2008) n'a été identifié. Deux hypothèses alors sont envisagées. L'interprétation chronologique est cohérente et le comblement est antérieur à la Protohistoire. A partir de l'âge du Bronze, l'anthropisation devient plus dense et de nouvelles espèces sont introduites, comme les plantains, les céréales ou encore le noyer et le hêtre. Ces espèces sont totalement absentes de la séquence pollinique de RAN 3. La seconde hypothèse concerne les conditions de conservation des pollens. En milieu hydromorphe actif, les conditions de conservation ne sont pas optimales, comme le prouve la séquence sableuse stérile. Dans le colmatage argileux, les données sont plus fiables mais les remises en eau ponctuelles peuvent avoir remanié les taxons, voire même détruit. Les taxons les plus résistants seraient alors mieux représentés, au détriment du reste du spectre pollinique, et restituent un assemblage végétal non exhaustif.

Les analyses palynologiques effectuées sur RAN 3 ont donc livré des informations sur la végétation de faible qualité. Le milieu semble plutôt fermé, avec une représentation des herbacés globalement très faible. Les fluctuations de taxons arboréens sont synchrones de perturbations climatiques identifiées à grande échelle. Plus localement, l'impact des crues de la Garonne est également un facteur d'évolution du spectre végétal de la ripisylve, notamment en participant à la répartition des pollens. Le noisetier domine largement le spectre pollinique, accompagné dans une moindre mesure du chêne et du pin. Les quatre autres espèces les plus représentées (*Alnus*, *Salix*, *Ulmus* et *Tilia*) montrent des valeurs faibles, plus sujettes aux variations et donc au repérage des perturbations climatiques. L'absence d'espèces contemporaines de l'anthropisation, telles que *Juglans* au Subatlantique (Reille 1990, Richard 1999, Lespez *et al.* 2005) ou *Fagus* au cours de l'âge du Bronze (Lespez *et al.* 2005), montre une séquence probablement antérieure à la Protohistoire.

4.4.3.6. Synthèse

Le carottage de Saint-Porquier a livré une chronologie ancienne, en accord avec sa localisation dans la plaine alluviale distale. La chronostratigraphie permet de rattacher une partie du colmatage de cette paléofaune au Premier Holocène (figure 70). Le nombre limité de repères chronologiques a contraint à l'extrapolation des rythmes d'édification de la séquence, notamment à partir des variations de l'assemblage palynologique, et à ne proposer qu'une hypothèse d'évolution du paléochenal.

Le paléochenal de Saint-Porquier, en marge de la plaine alluviale holocène, a livré une chronologie de fonctionnement précoce. Le creusement du chenal et la première partie de son comblement est, en l'état des datations radiocarbone, antérieure à la seconde moitié du Boréal. La chronologie est confirmée à la fois par une datation ^{14}C à 7320-7070 cal BC au sommet mais également par l'assemblage paysager dominé par le noisetier (Richard 1999). La production de carbonates est élevée malgré le climat frais du Boréal, démontrant une dynamique alluviale encore assez importante. Elle s'amplifie ensuite brusquement, ce qui pourrait être un enregistrement de la péjoration climatique humide de 8200 BP. Aucune information supplémentaire sur les conditions de cette reprise de la dynamique alluviale n'a pu être obtenue par les analyses en laboratoire.

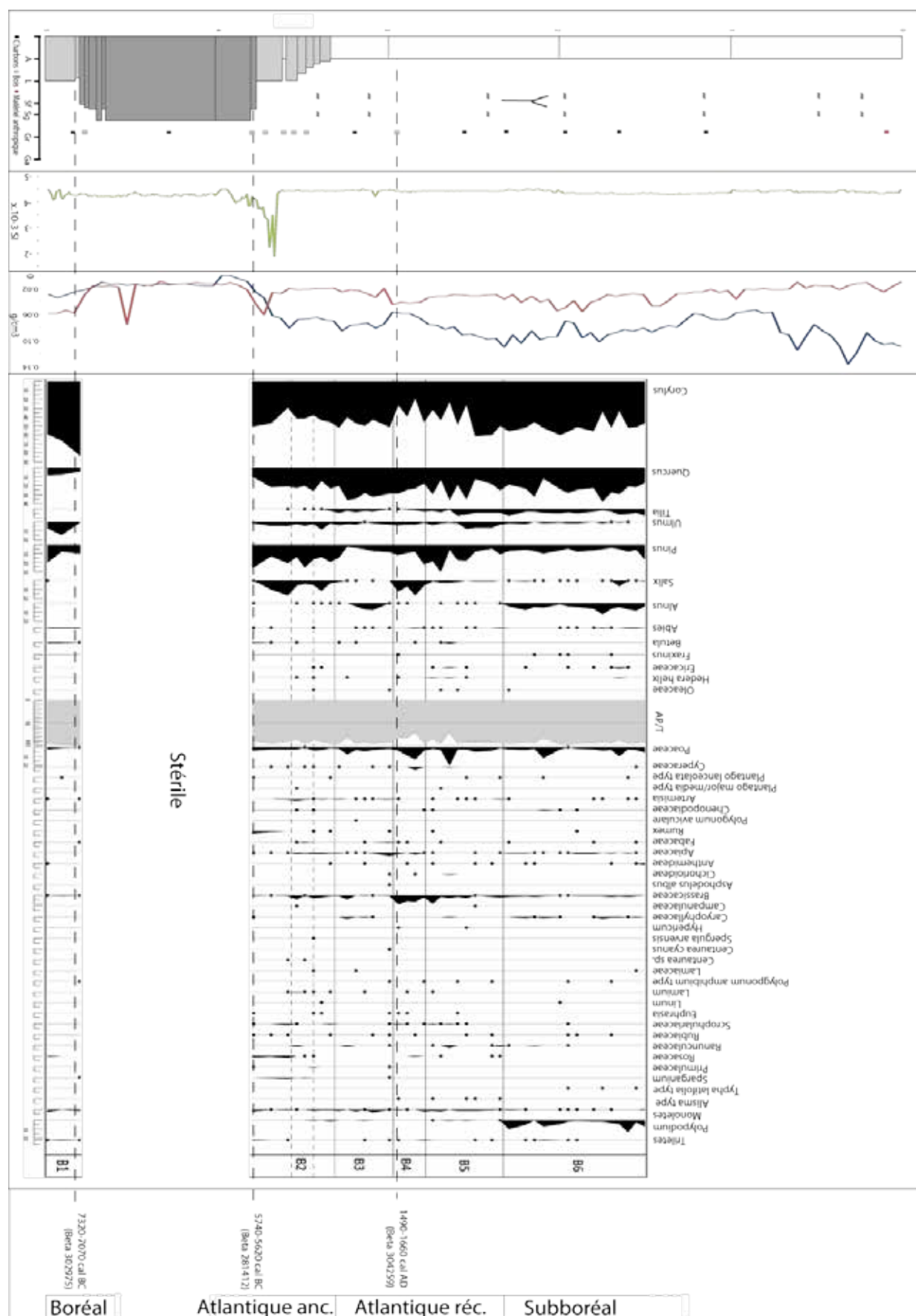


Figure 70 : Synthèse de la carotte RAN 3 de Saint-Porquier : sédimentologie, susceptibilité magnétique, perte au feu, palynologie, datation 14C et relative

La phase ancienne de l'Atlantique pourrait se situer entre 3,80m et 3,30m de profondeur environ, d'après la modification de l'assemblage végétal marquée par l'effondrement du pin. La déconnexion du chenal est rapide et suivie de processus pédogénétiques favorisant le développement de la végétation et en particulier de la chênaie mixte riveraine. Elle montre de nombreuses et parfois importantes variations jusqu'à 1,50m du sommet de la séquence, qui pourraient trouver leur origine dans l'assèchement de la seconde moitié de l'Atlantique ancien (Richard 1999).

L'apparition de l'aulne, la reconquête des espèces de la chênaie mixte et une augmentation des carbonates dans la séquence suivante (3,30-2,30m) correspondent à un réchauffement et une humidification du climat, probablement associé à la phase récente de l'Atlantique. La date médiévale, à 3,20m du sommet, semble donc incohérente avec la chronologie antérieure, ainsi qu'avec les données palynologiques. L'absence de taxons anthropiques, cultivés et/ou rudérales, à proximité de la date est également un paramètre de rejet. Une phase humide froide est ensuite marquée par l'apparition du saule, la hausse du pin et une baisse de matière organique. Elle pourrait être associée à un regain de la dynamique fluviale par la légère hausse des carbonates. A 2,50m, la chênaie mixte se développe à nouveau et la végétation ripicole poursuit la recolonisation du chenal initiée durant la péjoration précédente. Dans l'ensemble, les conditions restent stables. Là encore, les traces d'anthropisation sont inexistantes d'après les données palynologiques.

La transition Atlantique/Subboréal est envisagée vers 2,30m. Elle est marquée par la réapparition de l'aulne et le développement de la chênaie mixte. La disparition de l'orme vers 1,50m pourrait situer ce niveau aux alentours de 5000 BP (Simon 1998). Les variations climatiques et environnementales sont importantes jusqu'à 1,75m, avec des conséquences sur l'assemblage pollinique et la production de matière organique. On observe ensuite une lente diminution des taxons arboréens, probablement associée à une modification des conditions environnementales générale dont l'origine reste incertaine en l'absence de réponse sédimentaire. Au-dessus d'1,50m, la chronostratigraphie est mal définie en raison de l'absence de données palynologiques et de l'homogénéité des autres composantes. L'hypothèse d'une transition sédimentaire entre Subboréal et Subatlantique est envisagée à environ 1m, marquée par une légère hausse de la susceptibilité magnétique et de fortes oscillations de la teneur en matière organique. La paléoforme est alors totalement déconnectée et peu alimentée en sédiments, favorisant les processus pédogénétiques.

Pour conclure, seul un carottage a livré une séquence stratigraphique exploitable dans le secteur de Saint-Porquier. La chronostratigraphie a pu être définie dans la première moitié, avec un âge ancien de la première moitié de l'Holocène. Boréal et Atlantique montrent une ripisylve de chênaie mixte, sans aucune trace d'anthropisation. Ces données trouvent un écho particulier dans les résultats de l'analyse de l'occupation, qui démontrent un vide anthropique dans la vallée de la Garonne avant le Néolithique moyen mais surtout au Néolithique récent/final.

4.4.4. Synthèse

Le secteur de Saint-Porquier s'est révélé être une zone peu exploitable en l'état en raison de contextes sédimentaires aléatoires et peu profonds. Des hypothèses sur l'évolution globale de la plaine alluviale dans ce secteur peuvent cependant être formulées bien que la chronologie soit encore peu détaillée.

Le fond des paléoformes n'a été atteint que sur le sondage RAN 2 mais les autres sondages montrent une stratigraphie peu profonde avec près de 3m en moyenne, seuls deux ont un colmatage réduit à 1m environ. Le remaniement et l'anthropisation du sondage GAB 2 perturbe la chronologie relative entre les formes fluviale de la plaine alluviale, en raison d'une histoire sédimentaire dominée

par les perturbations anthropiques récentes. Les formes les plus éloignées du chenal actuel présentent des signes de réactivation, tandis que les plus récentes paraissent colmatées d'une seule séquence continue. Mais les analyses menées sur la carotte RAN 3 montrent une dynamique sédimentaire variable, même dans un contexte granulométrique homogène.

Comme dans le secteur de Verdun-sur-Garonne, la chronologie des paléoformes se dessine d'est en ouest et confirme encore une fois la migration du chenal vers l'ouest par recoupement de méandres. Ces phénomènes débutent au moins au début du Boréal et durent jusqu'à la période moderne dans ce secteur. La datation absolue et relative de la séquence RAN 3 permet de caler une partie du colmatage entre le Boréal et le Subboréal, avec des fluctuations végétales en adéquation avec les grandes séquences climatiques de l'Holocène. L'absence de datations radiocarbone supplémentaires ne contraint pas la chronologie plus avant. L'âge des autres paléochenaux identifiés dans ce secteur s'étend au plus tard jusqu'aux années 1960, lors de la fixation des berges de la Garonne. A la lumière des données cartographiques, le paléochenal enserrant l'Île Lizoun est le plus récent, encore actif sur la carte d'état-major de 1941 et aujourd'hui encore en haut, tandis que les formes médiane sont déconnectées. Ce sont près de neuf bras-morts qui ont été référencés dans ce secteur (figure), figurant au moins sept phases de stabilisation du chenal dans la plaine alluviale entre le Boréal et la Période Moderne.

Les sondages de Saint-Porquier, et en particulier RAN3, associés à une analyse multi-proxy, ont permis d'esquisser une première trame d'évolution de la plaine de la Garonne au cours de l'Holocène. La chronologie reste cependant une donnée à préciser et étoffer par de nouveaux sondages dans ce secteur. Le colmatage de la paléoforme la plus ancienne (RAN3) peut cependant être en partie rattaché au 1^{er} Holocène, notamment les dépôts grossiers à la base de la séquence. La déconnexion du chenal est suivie d'un important remplissage limoneux très homogène, dont aucun des proxys mis en œuvre n'a pu en extraire un phasage explicite.

4.5. Conclusion

Pour conclure sur les données géomorphologiques, les résultats obtenus sur les différents secteurs sont inégaux. A Castlenau-d'Estrétefonds, la mise en place des « limons jaunes » est calée par la datation radiocarbone entre 15000 et 8300 BP. Cette dernière reste cependant à confirmer par de nouvelles analyses. Cette nappe est scellée par les vestiges de l'occupation néolithique, qui matérialise ainsi un hiatus sédimentaire, d'origine et d'ampleur non identifiées, entre la fin du Boréal et la fin de l'Atlantique. L'étude d'un paléochenal du complexe Hers/Girou a permis de définir les grandes lignes de l'histoire hydrodynamique locale au cours du 2nd Holocène, et notamment la transition entre les dépôts de la Garonne et de son affluent. Ce phénomène se déroule entre 4500 et 3800 BP à la faveur d'une phase d'incision qui retient la Garonne à l'ouest de la plaine alluviale et permet à l'Hers/Girou d'inciser la couverture alluviale jusqu'au « limons jaunes » sous-jacents. L'accrétion sédimentaire reprend autour de 3800 BP, mais une nette diminution du rythme est attestée à partir de 2800 BP.

A Verdun-sur-Garonne cependant, aucune datation n'a été obtenue et aucun indice chronologique n'a pu être identifié. Les paléoformes présentent des colmatages inégaux, sans témoignages de reprise franche. Il s'agit pour l'essentiel de réactivation lors de plus fortes crues, associé à des apports sédimentaires d'origine alluviale plus ponctuels.

A Bourret, les bois sub-fossiles attestent de trois phases d'effondrement de la ripisylve, probablement sous contrôle climatique, à 8200, 5400 et 4150 BP. Elles ont pu être suivies par une hausse de la dynamique alluviale, ce que confirme, au moins pour la dernière phase, la nappe graveleuse dans laquelle ont été découvert les bois. La datation antique du niveau sableux sus-jacent

cale le terminus *post-quem* de la nappe graveleuse. L'absence de dépôts intermédiaires suggère un remaniement important de la plaine alluviale par la dynamique alluviale antique.

A Saint-Porquier, seul un sondage a contribué à l'histoire de la plaine alluviale mais semble très tôt déconnecté de la dynamique alluviale. La paléoforme présente une réactivation entre 9100 et 7600 BP, scellée ensuite par des limons argileux homogènes. L'analyse palynologique permet cependant de proposer un découpage chronologique jusqu'au Subboréal à environ 1m de profondeur, à partir des variations de taxons arboréens.

Ces résultats offrent donc une première esquisse de la dynamique alluviale au cours de l'Holocène. Certaines dates clés correspondent à des épisodes différents mais synchrones sur plusieurs secteurs, en particulier à la fin du Boréal et autour de 4500-4000 BP et correspondant respectivement à une hausse de l'hydrodynamique et une hausse du rythme de sédimentation. De manière générale, dans les secteurs à enregistrement sédimentaire sur la longue durée, la période de l'Atlantique (8000-5200 BP) reste mal représentée. Le Subboréal montre une rythmicité sédimentaire irrégulière, avec des cumuls plus importants durant la première moitié. En revanche, le Subatlantique correspond à une baisse générale des taux de sédimentation dans la plaine alluviale. Seul le site de Bourret, à proximité du chenal actuel, présente un enregistrement subatlantique de près de 3m. L'activité sédimentaire se concentre donc principalement à proximité du chenal, tandis que le reste de la plaine alluviale n'est que très peu alimentée. La confrontation de ces résultats avec les données archéologiques pourraient ouvrir de nouvelles perspectives dans la restitution des relations hommes-milieux dans la vallée de la Garonne.

Conclusion

Au terme de ce travail de réflexion et d'acquisition des données sur la Moyenne Garonne, plusieurs hypothèses peuvent être proposées, à la fois sur l'évolution archéologique, géomorphologique et géoarchéologique de la zone d'étude. A différentes échelles, les cours d'eau montrent une chronologie globalement similaire, avec des seuils communs de mutations des dynamiques alluviales et anthropiques. Moins la fenêtre d'observation est large, plus les seuils sont récurrents et communs. C'est à partir d'une méthodologie pluridisciplinaire, basée sur le référencement des sites archéologiques et l'analyse du colmatage holocène de la plaine alluviale, que la réflexion a été menée sur ce secteur de la Moyenne Garonne, encore vierge d'étude similaire. Plusieurs grilles de lectures ont été proposés, géographique, géomorphologique et chronologique, favorisant la réalisation d'une première synthèse de l'occupation diachronique dans cette zone. Parallèlement, quatre secteurs d'intérêt géomorphologique privilégié ont été identifiés et ont fait l'objet d'une collecte de données à partir de supports divers. Les résultats sont peu nombreux, mais suffisants pour envisager de nouveaux travaux dans ce secteur.

a. Histoire archéologique

La contextualisation de la recherche (cf. chapitre 1) a mis en lumière une relation privilégiée entre les populations et les plaines alluviales des cours d'eau, où les risques encourus sont assumés et compensés par un accès privilégié aux ressources (eau, agriculture, chasse...). Dans la Moyenne Garonne, le constat est plus nuancé en l'état de la documentation archéologique. Les statistiques montrent une occupation privilégiée des terrasses alluviales, avec plus de 77% des références. A plus haute résolution spatiale, les chiffres atteignent 51% uniquement pour la basse terrasse. A contrario, la basse plaine présente un schéma de répartition des occupations distendu, où des zones de concentrations émergent ponctuellement : Toulouse, la confluence Hers/Garonne et le secteur de Moissac. Ces secteurs mieux représentés sont le reflet des deux biais identifiés dans la plaine alluviale, à la fois taphonomique et de connaissance. Le premier est illustré par le secteur de Moissac, où les facteurs de surreprésentation peuvent être extrapolés à l'ensemble de la plaine alluviale. La ville est un héritage du Moyen-âge et livre de nombreux vestiges médiévaux dispersés au sein de la commune. La typologie des vestiges montre une grande quantité d'éléments d'architecture, voire de bâtiments, dont la dégradation et/ou l'enfouissement est un processus long. Les vestiges antiques, très fréquents dans la basse plaine garonnaise, présentent des caractéristiques similaires. La chronostratigraphie établie dans la basse plaine montre une très faible couverture sédimentaire depuis le début de l'Antiquité et la stabilisation des processus hydrosédimentaires dans une grande partie de l'espace alluvial holocène. Les vestiges post-Protohistoire ont donc été soumis à des processus d'enfouissement et de conservation dans l'ensemble peu destructeurs. A partir de ces éléments, nous proposons ici de préciser l'influence du biais taphonomique par une discrimination chronologique, liée à la nature des vestiges.

Les facteurs de la surreprésentation des secteurs de Toulouse et de la confluence Hers/Garonne trouvent leur origine dans la multiplication des fouilles archéologiques suite à de nombreux projets d'aménagements depuis une quinzaine d'années, suggérant plutôt un biais de connaissance. La découverte des sites de Fontréal et de l'Ourmède, témoins d'une occupation Néolithique de la plaine alluviale et aujourd'hui sites de référence dans le Toulousain, résulte de l'exportation hors de l'agglomération des activités commerciales et artisanales. De nouveaux gisements ont également été découverts lors de l'agrandissement de la gravière de Castelnau-d'Estrétefonds. A Toulouse, les campagnes de prospection de la Garonne dirigées par J.-P. Claria, J.-M. Lassure et G. Villeval (2007,

2008) ont mis au jour de nombreux vestiges, dans des zones à faible occupation. La discrimination typologique des vestiges dans la plaine alluviale a montré un taux de site référencé comme occupation de plus de 50%, qui atteste de l'attractivité de cet espace à long terme. L'hypothèse d'une spécialisation du paysage diachronique, où la basse plaine est dévolue uniquement aux activités de subsistance et les terrasses alluviales à l'occupation, paraît peu crédible en l'état des investigations. Ces éléments plaident plutôt en faveur d'un schéma de l'occupation depuis le Paléolithique inhérent à la dynamique de la recherche et des aménagements plutôt qu'à une réalité archéologique. Ce constat a déjà été évoqué par S. Simioni (2009) dans son travail sur l'occupation du sol au 2nd âge du Fer dans le Comminges et le sud Toulousain. Il peut être élargi à l'ensemble de la chronologie jusqu'à la fin du Moyen-âge dans la basse plaine de la Moyenne Garonne amont. Il apparaît donc prématuré d'évoquer, à partir de ces données, une occupation préférentielle des terrasses alluviales au détriment de la plaine alluviale.

Malgré ces différents biais, un rythme d'évolution de la population peut être proposé à partir des données obtenues. Si l'occupation humaine débute dès le Paléolithique ancien à l'échelle de la vallée, les premiers témoignages d'anthropisation dans la plaine alluviale sont datés du Néolithique moyen. L'absence de témoignages de la Néolithisation de la vallée de la Garonne a déjà été abordée dans un chapitre précédent (cf. chapitre 3). À partir du milieu du Néolithique moyen et jusqu'au début de l'Age du Bronze, la densité des vestiges archéologiques est croissante. La plaine alluviale constitue donc un environnement non répulsif ou limité à certaines activités, mais propice à des installations plus durables. Au Néolithique, et de manière plus générale jusqu'à l'Antiquité où les données deviennent très abondantes, la notion d'« installation préférentielle », pour la plaine alluviale comme pour les terrasses, reste mal définie dans la vallée de la Garonne.

Au début de l'Age du Bronze, une rupture dans le schéma de l'occupation se manifeste par une diminution des vestiges dans la vallée de la Garonne, voire une désertification archéologique au cours de la période moyenne. Au cours de la phase finale, les données sont assez disparates : aucunes données au Bronze final I, de rares sites du Bronze final II, et de nombreuses références au Bronze final III, et plus particulièrement au IIIb. L'occupation de la plaine alluviale reste mal documentée, la basse terrasse

Au 1^{er} Age du Fer, la vallée de la Garonne souffre d'une faible restitution archéologique avec une diminution drastique des sites référencés. Au cours de la Tène, la densité de vestiges archéologiques atteint, voire dépasse, celle de la fin de l'Age du Bronze. Les variations séculaires ne peuvent raisonnablement être envisagées en l'état des données. La chronologie approximative, faute de vestiges marqueurs sur un grand nombre de sites, ne permet pas d'identifier une expansion de l'occupation détachée de l'« effet de source » (cf. chapitre 2).

Le changement d'ère marque une rupture dans la densité de données disponibles. La hausse générale des vestiges est très marquée, avec des chiffres quatre fois plus élevés qu'à la période précédente. La basse terrasse reste l'unité morphologique la mieux représentée sur l'ensemble de l'Antiquité. L'occupation du Haut Empire est bien implantée sur l'ensemble du secteur d'étude, tandis que les sites de l'Antiquité Tardive sont moins nombreux, généralement rattachés au début de cette période et présentent un schéma plus aléatoire.

Au Moyen-âge, les données sont plus contrastées. La phase ancienne suit le modèle initié durant l'Antiquité Tardive, avec des données peu nombreuses et dispersées. Le Moyen-âge Central compte le plus de vestiges chronologiquement identifiés toutes périodes confondues. L'occupation de la phase récente voit une nouvelle baisse de l'occupation recensée dans la vallée de la Garonne. De manière générale, les sites médiévaux correspondent essentiellement à des édifices religieux.

En résumé, la Garonne montre en l'état actuel seulement des tendances, des rythmes. Cette restitution constitue la première ébauche d'un travail qui mérite d'être approfondi, en particulier en

ce qui concerne l'acquisition de nouvelles données. Avec une densité inférieure à un site/km², les données sont encore trop imprécises pour valider une influence dominante dans le rythme de l'occupation de la vallée de la Garonne.

b. Histoire géomorphologique

Sur le site du Castelnau-d'Estrétefonds, jusqu'au début de l'Atlantique, aucune interaction n'est perceptible entre l'homme et le milieu. Le colmatage fin de la plaine alluviale repose sur une nappe graveleuse calée entre la fin du Würm et 15000 BP. Il s'ensuit une longue stabilité hydrosédimentaire jusqu'au Boréal, avec la mise en place d'un couvert limono-sableux homogène favorable à l'installation de la chênaie mixte. Au cours de l'Atlantique, le hiatus sédimentaire est envisagé en termes d'incision suite à la baisse du niveau de base de la Garonne et qui pourrait être à l'origine de l'absence de vestiges anthropiques antérieurs à 5000BP. Le début de l'aggradation rapide à partir de 4800 BP est postérieur aux premières occupations attestées sur le site de Fontréal, datées du Néolithique moyen pour les plus anciennes (3980-3665 cal. BC) jusqu'au Chalcolithique (3350-2880 cal. BC, Pons, 2003). Elle colmate en partie les paléoformes issues de l'incision atlantique dans les secteurs non vidangés. A la lecture de la configuration du site, plus qu'une occupation préférentielle des zones hautes liées à des questions de bas-fonds humides (Bruxelles *et al.* 2010), la préservation des structures sur les seules zones hautes pourrait être un effet taphonomique, lié à l'érosion.

Il est à noter que l'arrêt de l'occupation du site de Fontréal au Chalcolithique se produit peu de temps avant le début de la phase de reprise de la sédimentation. La réoccupation du site n'est ensuite effective qu'à la fin de l'Age du Fer (Pons *et al.* 2003, p. 29), puis au moins jusqu'au XII^e-XIII^e s. En revanche, sur le site voisin de l'Ourmède, des occupations comprises entre le Bronze moyen et la fin de l'Age du Fer sont attestées (Barbier *et al.* 1995, Requi 1999), contemporaine de l'abandon de Fontréal. A titre d'hypothèse, le déplacement des zones d'habitat en relation avec la mobilité du système Hers-Girou peut être proposé. Un affaiblissement de la dynamique alluviale est attesté au plus tard au Bronze final IIIa, alors que les paléoformes issues de l'érosion atlantique sont totalement colmatées. La stabilisation du paysage se poursuit jusqu'à l'époque Moderne, avec une accrétion verticale limitée à 1m depuis la fin du Bronze final. Le niveau d'occupation antique est similaire à celui du Moyen-âge et associé à la formation d'un paléosol. Deux hypothèses peuvent raisonnablement être envisagées : un déstockage des niveaux intermédiaires ou une aggradation quasi-nulle entre ces deux périodes. La fréquence et la similitude de cette observation sur l'ensemble des zones d'études plaident plutôt en faveur de la seconde.

A Verdun-sur-Garonne, avant l'Atlantique, aucun schéma d'évolution ne peut être envisagé, faute d'éléments exploitables. Cependant, à partir de quelques sites archéologiques à proximité du site d'étude de Verdun-sur-Garonne, deux informations peuvent être dégagées. Les premiers éléments d'analyse se situent au sud du secteur d'étude, avec une série de quatre, voire cinq sites néolithiques alignés du sud au nord. En bordure ouest du lit majeur exceptionnel, ils ne corroborent pas les limites du lit majeur. Tous sont référencés en tant que « station néolithique », et marquent donc une occupation dont la pérennité reste indéterminée. A partir des données obtenues sur le site de Castelnau-d'Estrétefonds et de l'identification d'une importante séquence d'incision au cours de l'Atlantique, la distribution de ces gisements pourrait traduire l'emprise orientale maximale de l'incision, mais également de l'aggradation du Subboréal. La correspondance avec les limites du lit majeur est probable mais non attestée. Les paléoformes sondées, dans l'emprise du lit majeur, seraient alors postérieures à l'âge du Bronze. Un hiatus sédimentaire et archéologique est identifié jusqu'à l'Antiquité. L'occupation se limite alors à une *villae* antique référencée en rive gauche à proximité de Verdun-sur-Garonne. L'absence de précisions sur les modalités de découvertes ne permet pas de proposer un modèle d'évolution hydrosédimentaire contemporain mais seulement

d'exclure la migration vers l'extrême ouest de la plaine du chenal depuis l'Antiquité. Une stabilisation de l'activité alluviale est également à envisager au cours de l'occupation de cette *villae*, sans qu'une chronologie plus précise puisse être évoquée. Depuis l'Antiquité, aucune donnée d'occupation n'a pu être obtenue, hormis un gisement de mobilier médiéval dans le lit mineur, dont la position primaire reste indéterminée.

Sur le site de Bourret, les données géomorphologiques ont permis de définir trois phases d'effondrement de la ripisylve au Boréal, à la fin de l'Atlantique et au début du Subboréal. Le remplissage fin sus-jacent a été daté de l'Antiquité, témoignage d'une nouvelle phase d'aggradation au cours du Haut Empire. Cette dernière comble un espace probablement dégagé par un épisode érosif, voire incisif, durant l'âge du Fer. L'alluvionnement supérieur à 1,20m en rive droite associé à la migration du chenal principal vers l'ouest rend les conditions d'occupation difficiles dans ce secteur, mais pas totalement exclues. A travers la *villae* du Haut Empire de Pountes et les structures circulaires médiévales des Mouets et de Saulou, l'occupation se révèle très tardive et exclusivement en rive droite sur le lit majeur exceptionnel. Si l'on compare l'occupation du site de Bourret, une *villae* du Haut Empire en rive droite dans le lit majeur exceptionnel contemporaine de l'aggradation sédimentaire, et celle de Verdun-sur-Garonne avec une *villae* non datée en rive gauche dans le lit mineur, l'hypothèse d'une chronologie tardive pour la seconde peut donc être envisagée ainsi qu'un ralentissement contemporain de l'alluvionnement. A la lecture de la sédimentation (env. 1m) post-Haut Empire, l'hypothèse d'une stabilisation du rythme de sédimentation à partir de l'Antiquité Tardive est cohérente. En effet, les structures médiévales des Mouets et de Saulou s'insèrent dans la première moitié, ce qui représente moins de la moitié des volumes sédimentaires observés précédemment. Il convient toutefois de rester prudent en l'absence de données supplémentaires.

A Saint-Porquier, les données géomorphologiques sont concentrées sur le site des Randous, où la chronologie absolue obtenue à la base est complétée par l'interprétation d'un diagramme pollinique. Ces éléments ont permis de caler la séquence entre le Boréal et le Subboréal dans une emprise verticale comprise entre 5m et 1,50m de la surface. Depuis la transition Boréal-Atlantique, le remplissage de la paléoforme correspond à un colmatage fin alimenté par les dépôts de crue de la Garonne. L'absence de matière organique datable ne permet pas de définir la rythmicité des niveaux supérieurs. Parallèlement, les sites archéologiques référencés dans ce secteur se limitent à deux monnaies découvertes dans le lit majeur. Ces données ne permettent donc pas d'engager une réflexion géoarchéologique autour de ce secteur. Tout au plus, la mention du passage d'une voie romaine, repérée dans la commune mais non localisée, corrobore les données obtenues sur les secteurs précédents, qui montrent une occupation plus ou moins pérenne dans la plaine alluviale au cours de l'Antiquité.

c. Évolution géoarchéologique de la vallée de la Garonne depuis la fin du Würm

A la fin du Pléniglaciaire würmien, la pente de la plaine est plus prononcée que celle de la nappe post-glaciaire. Le sommet du plancher alluvial atteint à peine une demi-douzaine de mètres au-dessus du lit mineur actuel dans les secteurs les plus hauts de la zone d'étude. La chronologie d'incision des dépôts würmiens et de mise en place de la nappe graveleuse de fond identifiée à Castelnau-d'Estrétefonds est encore mal connue. Ils marquent un épisode très dynamique du chenal garonnais, qui démantèle les dépôts würmiens antérieurs, probablement sous l'action du réchauffement climatique post-glaciaire. Le terminus post-quem de ces processus est daté avant 15000 cal BC (Lelouvier 2010), âge obtenu sur les dépôts sablo-limoneux qui scellent la nappe graveleuse de fond à Pompignan. Les observations menées lors de la présente étude n'ont pas détecté ce niveau sablo-limoneux, et nous reprenons ici les observations de L. Bruxelles *et alii* (2010). Ils signalent une accalmie hydrologique synchrone du Dryas ancien et leur observation à plus grande

échelle montre une incision d'origine fluviale post-dépositionnelle qui pourrait correspondre au refroidissement climatique de la fin du Dryas ancien (figure 71).

A partir du Bölling, la stratigraphie montre un milieu moins dynamique, sous un climat steppique froid d'après la malacofaune (Lelouvier 2010). La construction du paysage est alors dominée par un alluvionnement à granulométrie peu variable et homogène de limons jaunes, mais la mobilité du chenal et/ou les fluctuations de la dynamique hydrologique sont toutefois perceptibles. Cet état dure jusqu'au Boréal, sans qu'un âge plus précis ne puisse être avancé. Dans le même temps, le couvert végétal est dominé par le noisetier en pleine expansion. La dégradation des conditions environnementales est attestée autour de 8000 BP, sous la concordance de l'effondrement de la forêt, ou au moins d'une partie, et d'un épisode sableux très homogène. Ces phénomènes sont associés à une réactivation des formes jusqu'ici déconnectées en raison d'une augmentation de la dynamique alluviale, probablement en lien avec la péjoration climatique généralisée de 8200 BP (Magny 1995, Macklin *et al.* 2002, 2006, Benito *et al.* 2008, Berger *et al.* 2008...). Si ce « 8200 BP event » est bien identifié sur les sites de Bourret (arbres sub-fossiles) et de Saint-Porquier (diagramme pollinique, datation 14C, sédimentologie), aucun témoignage de cet événement n'a pu être relevé sur le site de Castelnau-d'Estrétefonds, malgré une chronologie d'édification contemporaine. L'hypothèse d'un lessivage ultérieur des dépôts est aujourd'hui envisagée, corroborée par des traces d'anthropisation postérieures à la fin du 1^{er} Holocène directement au sommet des limons jaunes. En effet, les données obtenues sur les autres sites discréditent l'hypothèse d'une stabilisation du milieu durant près de 7000 ans.

Au cours de l'Atlantique, la trame d'évolution du milieu est plus complexe à définir. A Saint-Porquier, les analyses polliniques montrent au moins deux épisodes de dégradation du couvert végétal durant la phase ancienne. Au cours de la phase récente, la chênaie mixte subit des variations de moindre ampleur, sans montrer d'épisode de recul de la chênaie comme dans la phase ancienne. Le hiatus sédimentaire entre le Boréal et le début du Subboréal identifié dans le secteur de Castelnau-d'Estrétefonds serait issu de la mise en place d'une importante érosion linéaire associée aux tracés de l'Hers et du Girou. Le paléorelief des limons jaunes ne trouvent pas leur origine dans des paléoflumes fluviaux mais dans des formes d'érosion associées à l'incision de l'Hers-Girou en réponse à l'abaissement du niveau de base local, *i.e.* le talweg de la Garonne. Ces processus se traduisent également par une absence d'indices d'anthropisation dans la vallée depuis la fin du Paléolithique, où les populations ont occupé prioritairement les terrasses basse et moyenne. L'hypothèse d'une occupation très ponctuelle de la basse plaine dans la phase ancienne du Néolithique pourrait être envisagée, lors de mouvements migratoires entre les régions limitrophes. Les processus érosifs synchrones auraient alors remaniés les vestiges, laissant un espace vierge. Cependant, si l'absence d'indicateur d'anthropisation jusque vers 5000 BP devait être généralisée à l'ensemble de la vallée de la Garonne, il faut alors envisager cet espace comme une frontière plutôt qu'un axe de communication. La biostabilisation de la chênaie mixte et la réduction des écoulements liée au climat atlantique froid et sec semble être le moteur de l'incision. A la fin de l'Atlantique, un effondrement de la ripisylve est daté autour de 5400 BP par plusieurs bois sub-fossiles. Cette séquence pourrait être rapprochée du réchauffement et de l'humidification des conditions climatiques entre 6000 et 5000 BP.

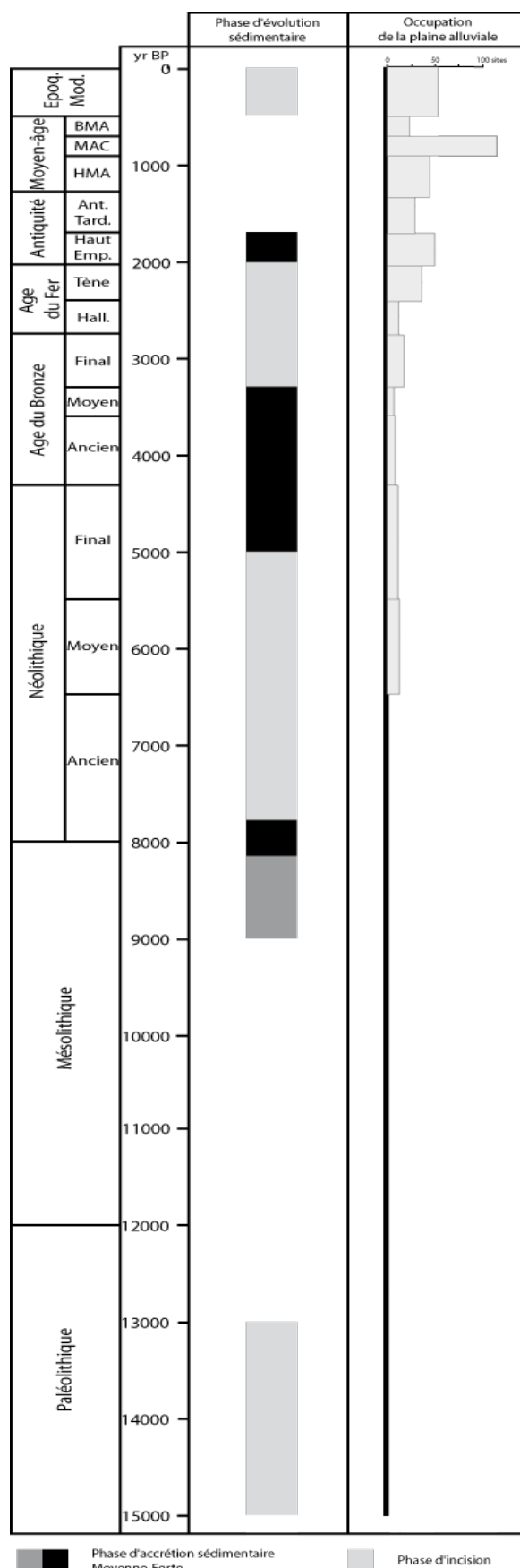


Figure 71 : Synthèse de l'évolution géoarchéologique de la Moyenne Garonne toulousaine depuis la fin du Pléniglaciaire

A l'aube du Subboréal, le réchauffement climatique modifie la couverture végétale de la plaine alluviale, avec la disparition de l'orme et la réduction de la chênaie mixte dès la fin de l'Atlantique. Les traces de l'incision de la période précédente sont rapidement effacées au profit d'une aggradation sablo-limoneuse d'environ 3m, dont la chronologie couvre l'ensemble du Subboréal. Les limites de l'incision de la période précédente sont marquées dès le Subboréal par une modification de la stratigraphie, voire un alignement de gisements néolithiques au milieu d'un espace vierge d'occupations similaires. La rythmicité de ces dépôts est encore mal définie, mais un premier apport d'environ 1m peut être envisagé entre 4800 et 4300 BP, avant un affaiblissement de l'alluvionnement. Autour de 4150 BP, ces processus d'édification s'accompagnent d'un effondrement de la ripisylve à la transition avec un refroidissement qui s'étend sur environ 400 ans. Ce cadre chronologique correspond à des conditions climatiques plus humides entre 5200 et 4200 BP. Cet environnement ne semble pas constituer, dans la plaine alluviale, un obstacle à l'occupation des populations. En revanche, l'hypothèse du déplacement de celles-ci à une centaine de mètres, dans une zone moins vulnérable à l'aggradation sédimentaire est envisagée à la lecture de la chronologie d'occupation des sites archéologiques de la ZAC Eurocentre à Castelnau-d'Estrétefonds. Ce phénomène a déjà été observé dans la vallée du Mississippi, avec des déplacements à petite échelle au sein du territoire sous la contrainte hydrosédimentaire (Kidder *et al.* 2008). A plus grande échelle, l'hypothèse de la baisse générale de l'occupation référencée au cours de l'âge du Bronze dans la plaine alluviale en réponse aux contraintes géomorphologiques a été proposée. Ces dernières seraient directement sous le contrôle de la péjoration climatique initiée à la fin de l'âge du Bronze (autour de 830 BC) et identifiée dans les deux hémisphères (Galop *et al.* 2007, Magny *et al.* 2007), à l'origine de la perturbation du signal anthropique dans la vallée de la Garonne. Elle est nuancée par un nombre à peine plus élevé de sites sur les formations hautes, à l'abri des remaniements sédimentaires fréquents. Ce

phénomène est particulièrement bien marqué au Bronze moyen, où seule la plaine alluviale livre des vestiges mobiliers épars, sans aucune forme d'occupation à proximité dans la zone d'étude. Au Bronze final, l'amélioration des conditions climatiques a pu être le moteur d'une modification des conditions environnementales. A Castlenau-d'Estrétefonds, la date 14C de la seconde moitié du Bronze moyen à la base du paléochenal de Castel 1 et la céramique du Bronze final IIIa au sommet du même colmatage nous laisse perplexe quant à une stabilisation sur l'ensemble du Bronze final. En revanche, l'identification d'un paléosol contemporain à la céramique peut témoigner d'un ralentissement de la vitesse de sédimentation l'aube de la phase III du Bronze final et préparer le Subatlantique.

Entre l'aggradation du Subboréal de Castelnau-d'Estrétefonds et le remplissage antique de Bourret, aucune stratigraphie n'a pu être identifiée. Sur le premier site, le colmatage calé entre le Bronze final IIIa et l'Antiquité n'excède pas une quarantaine de centimètres. Sur le second, à proximité du chenal actuel, au moins les deux tiers de la stratigraphie sus-jacente à la nappe graveleuse est antique. La lecture des coupes du BRGM à Bourret montrent un creusement de la molasse tertiaire sous-jacente. A la lumière de ces données, nous pouvons proposer une seconde phase d'incision au début du Subatlantique en relation avec la baisse du niveau de base de la Garonne. Elle aurait contribué à la vidange du remplissage antérieur sur une emprise qui pourrait localement correspondre à celle du lit majeur actuel. La restitution actuelle de l'occupation protohistorique, et en particulier de l'âge du Bronze, a donc largement pu être influencée par les processus sédimentaires du Subatlantique. A l'âge du Bronze, les premiers témoins d'une occupation durable *in situ* sont situés à plus de 2000m du chenal actuel, distance réduite à 300m pour l'âge du Fer. Cette dernière distance est cohérente avec l'emprise du lit majeur, qui constitue une zone vierge d'occupation ante-antique *in situ*. Ces éléments corroborent l'hypothèse d'une nouvelle phase d'incision au début du Subatlantique qui peut être envisagée au cours de l'âge du Fer. Elle atteint la grave sous-jacente, dont le remaniement favorise le gisement de bois sub-fossiles de Bourret. La période antique semble connaître un regain de l'activité hydro-géomorphologique comme en témoignent les résultats obtenus à Bourret. Une phase importante de stockage de sédiments fins et de migration rapide des chenaux débute dès le 1^{er} siècle de notre ère et dure au moins jusqu'au III^e siècle. L'édification de l'espace vidangé est donc très rapide. Dans le reste de la plaine, l'aggradation sédimentaire est faible sous contrôle de l'alluvionnement. Le colluvionnement n'a qu'un impact limité sur la stratigraphie, restreint à la bordure est de la plaine alluviale. En réponse, les témoignages des populations contemporaines explosent et sont localisés dans l'ensemble de la plaine alluviale. L'installation de deux *villae* dans le lit mineur peut être envisagée comme un indice de stabilisation du milieu au cours de l'Antiquité Tardive. Ce type d'occupation est encore très répandu au cours de cette période dans le sud de la France (Leveau 1998). L'évolution post-antique est encore mal connue. Dans la stratigraphie, les vestiges anthropiques médiévaux sont contemporains de ceux datés de l'Antiquité. L'enregistrement de l'activité fluviale de la Garonne reste difficile à attester, alors que les sources écrites indiquent une récurrence de grandes crues dès 700 BP. Depuis l'époque Moderne, une quinzaine de très fortes crues ont été recensées dans la vallée de la Garonne (Gazelle 1989), notamment entre 250 et 50 BP. Ces événements sont associés à une très forte dynamique fluviale générale, ce qui permet d'envisager un déstockage d'une partie des dépôts médiévaux. La question de la chronologie du mètre supérieur de la stratigraphie reste donc en suspend en l'absence d'éléments plus probants.

Sur l'ensemble du 1^{er} Holocène, les données sont peu nombreuses mais permettent de dresser une trame de l'évolution de la vallée de la Garonne. Des phénomènes synchrones sont cependant perceptibles sur plusieurs sites. Il est important de noter l'absence d'impact anthropique au cours du 1^{er} Holocène dans la plaine alluviale, ainsi qu'à l'échelle de la vallée. Au 2nd Holocène, la dynamique

alluviale est plus aléatoire. D'importantes séquences d'aggradation ont pu être définies au cours de l'âge du Bronze et de l'Antiquité. En revanche, les données sont plus restreintes en ce qui concerne l'âge du Fer et le Moyen-âge. La récurrence des processus hydrosédimentaires s'accroît, mais leur impact sur les modalités de l'occupation contemporaine est encore mal défini. En l'absence d'indices supplémentaires, ces données doivent être interprétées avec prudence, notamment en raison des biais taphonomiques qui contraignent la restitution pollinique. L'extrapolation à l'ensemble de la plaine alluviale paraît donc en l'état prématuré.

d. L'hypothèse de la terrasse würmienne

Les données collectées dans les différentes zones d'étude ne permettent pas de privilégier raisonnablement une hypothèse plutôt qu'une autre au sujet de l'absence de formation würmienne. Même à proximité de la basse terrasse, localisation privilégiée par Lambert (1989a, b, c), l'ensemble des colmatages ont été datés au maximum de la fin du Boréal. Cependant, à la lecture de la formation de la plaine alluviale, un schéma d'édification dissymétrique se dessine au cours de l'Holocène. Les processus de construction sont répétitifs, marqués par une succession accrétion-incision-migration du chenal. Ces phénomènes entraînent un profil transversal de petites « terrasses » (emboîtées ou étagées ?) dont le corps sédimentaire principal est chronologiquement limité. Elles sont toutefois liées au sommet par un dépôt superficiel d'environ 1m postérieur, mis en place entre l'âge du Bronze et l'Antiquité. A partir de ces observations, l'hypothèse de Lambert (1989a, b, c) d'une terrasse würmienne à l'extrémité est de la plaine alluviale, incisée par la dynamique postérieure et recouverte par un épais niveau d'alluvions holocènes est cohérente. Elle daterait alors le début de cette répétition accrétion-incision-migration du chenal de la fin du Würm.

Pour conclure, cette étude ne constitue qu'un support à la réalisation de travaux ultérieurs, à la fois par sa synthèse de l'occupation connue et une première esquisse de l'histoire géomorphologique/géoarchéologique à l'échelle de la Garonne toulousaine. L'absence, ou au moins le caractère très ponctuel, de travaux antérieurs sur ces thématiques n'a pas permis d'obtenir les résultats escomptés en raison des nombreux aléas dans l'acquisition des données. La plaine alluviale constitue en effet un espace délaissé dans ce secteur. La mémoire collective est encore marquée par des crues destructrices comme celle de 1875. Les travaux d'aménagement restent donc très rares dans la plaine alluviale et par voie de conséquence l'acquisition de nouvelles informations archéologiques. L'intégration d'une partie des terrasses alluviales dans la zone d'étude a cependant contribué à relativiser l'interprétation des résultats de la plaine alluviale et en particulier à ne pas extrapoler l'absence de sites à l'ensemble de la vallée. Dans le même temps, la nature des données a limité son exploitation, en raison de l'abondance de découvertes fortuites hors contexte et peu renseignées. Parallèlement, les données géomorphologiques ont souffert d'une restitution sédimentaire discontinue et souvent peu profonde. La chronologie a été contrainte par des matériaux organiques rares et des datations parfois douteuses. L'absence de travaux antérieurs n'a pas permis d'affiner le choix des zones d'étude, notamment dans le secteur de Verdun-sur-Garonne. En revanche, l'analyse multi-proxy et la diversification des modes de prélèvement a optimisé les résultats obtenus sur les séquences sédimentaires.

Une trame archéologique et géomorphologique a ainsi pu être tracée. L'objectif initial de comparaison de la Garonne avec les cours d'eau adjacents ne peut raisonnablement être envisagé en l'état actuel des données. Elles sont en effet trop imprécises et incomplètes pour être confrontées aux histoires géoarchéologiques holocènes de l'Ebre, la Loire, la Seine ou encore le Rhône, qui font l'objet de travaux sur ces thématiques depuis plusieurs années maintenant. Cependant, ces premiers résultats laissent entrevoir le potentiel de la vallée de la Garonne, en particulier en ce qui concerne le volet géomorphologique. Il sera nécessaire dans un premier temps d'étoffer les données acquises sur

les secteurs privilégiés ici. La multiplication des sondages et des datations permettra de définir la chronostratigraphie de chaque secteur. Dans un second temps, l'identification de nouvelles zones d'études privilégiées offrira de nouvelles perspectives dans la définition d'une chronostratigraphie générale à la vallée de la Garonne toulousaine, voire aux tronçons adjacents définis par Lambert (1989a, b, c). Avec pour objectif à long terme un rendu aussi exhaustif que ce qui existe aujourd'hui sur le Rhône ou la Loire.

Bibliographie

- ABERT F., 2005, *Carte Archéologique de la Gaule 92 : Les Hauts-de-Seine*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, 92 p.
- ABILA R., PEYRE G., 1991, *Liaison de l'aéroport de Toulouse-Blagnac (communes de Toulouse et Blagnac, Haute-Garonne), Rapport de prospection et d'évaluation*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 24 p.
- ALLEN, J. R. L., 1978, Studies in fluvial sedimentation: an exploratory quantitative model for the architecture of avulsion-controlled alluvial suites, *Sedimentary Geology* 21, p. 129-147
- ANDERSON K.C., NEFF T., 2011, The influence of paleofloods on archaeological settlement patterns during A.D. 1050-1170, along the Colorado River Grand Canyon, Arizona, U.S.A., *Catena* 85, p. 168-186
- ANTOINE J. M., CAROZZA J.-M., 2011, Aléas, vulnérabilités et adaptations des sociétés du passé, *Sud-Ouest européen* 32, p. 1-3
- ARCELIN P., ARNAUD-FASSETTA G., HEIJMANS M., VALENTIN F., 1999, Le Rhône à Arles. Données archéologiques et sédimentologiques, *Gallia* 56, p. 121-129
- ARNAUD-FASSETTA G., 1998, *Dynamiques fluviales holocènes dans le delta du Rhône*, Thèse : Géographie Physique : Université de Provence (Aix-Marseille 1), Lille : Presses Universitaires du Septentrion, 329 p.
- ARNAUD-FASSETTA G., BRUNETON H., BERGER J.-F., et al. 2005, A ~8000-yr record of palaeohydrology and environmental change in fluvial-influenced sediments from the urban Arles-Piton core, upper Rhône Delta, France, *Zeitschrift für Geomorphologie* 49, p. 455-484
- ARNAUD-FASSETTA G., CARCAUD N., CASTANET C., SALVADOR P.-G., 2010, Fluvial palaeoenvironments in archaeological context : Geographical position, methodological approach and global change – Hydrological risk issues, *Quaternary International* 216, p. 93-117
- ARNOUX M., 2005, Croissance et crises dans le monde médiéval XIe-XVe siècle, *Cahiers du monde russe* 46, p. 115-132
- ARRAMOND J.-C., REQUI C., VIDAL M., 2007, Les recherches anciennes et les fouilles en cours sur les sites de Vieille-Toulouse, Toulouse-Estarac et Toulouse-Saint-Roch, aux II^e et I^{er} s. av. J.-C. In : VAGINAY M., IZAC-IMBERT L. (eds), *Les âges du Fer dans le Sud-Ouest de la France, Actes du XXVIII Colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Bordeaux : Fédération Aquitania, suppl. 14, p. 385-409
- ASTRE G., 1927, Faune malacologique des alluvions récentes à caractère mixte du confluent de la Garonne et de la vallée morte de l'Hers, *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse* LVI
- ASTRE G., *Elephas trogontherii* dans les graviers de Palaminy, *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse* 103, p. 19-29
- ATAHAN P., ITZSTEIN-DAVEY F., TAYLOR D., et al. 2008, Holocene-aged sedimentary records of environmental changes and early agriculture in the lower Yangtze, China, *Quaternary Science Reviews* 27, p. 556-570
- BAL M.-C., RENDU C., RUAS M.-P., CAMPMAJO P., 2010, Paleosol charcoal: Reconstructing vegetation history in relation to agro-pastoral activities since the Neolithic. A case study in the Eastern French Pyrenees, *Journal of Archaeological Science* 37, p. 1785-1797
- BALARD M., GENET J.-P., ROUCHE M., 2008, *Le Moyen-âge en Occident*, Coll. HU Histoire, Paris : Hachette Éducation, 368 p.

- BALÉE W., 1989, The culture of Amazonian forests, *Advances in Economic Botany* 7, p. 1-21
- BALÉE W., 1998, Historical ecology: premises and postulates. In : BALÉE W. (Ed.) *Advances in historical ecology*, New-York: Columbia Univ. Press, p. 13-29
- BALLAIS J.-L., GARRY G., MASSON M., 2005, Contribution de l'hydrogéomorphologie à l'évaluation du risque d'inondation: le cas du Midi méditerranéen français, *Comptes Rendus Geoscience* 337, p. 1120-1130
- BALLAIS J.-L., CHAVE S., DUPONT N., *et al.* 2011, *La méthode hydrogéomorphologique de détermination des zones inondables*, Coll. Ouvrages, Géographie Physique et Environnement, PHYSIO-GÉO [réf. Du 19 mars 2011]. Disponible sur <http://physio-geo.revues.org/3307?file=1>
- BARAT Y., 2007, *Carte Archéologique de la Gaule 78 : Les Yvelines*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, 430 p.
- BARBAZA M., 1989, *Cultures et société au Paléolithique terminal, au Mésolithique et au début du Néolithique ancien dans le Sud-Ouest de l'Europe*, Mémoire d'Habilitation à Diriger les Recherches : Archéologie : Université Toulouse-le Mirail, 3 vol., 1192 p.
- BARBAZA M., GUILAINE J., VAQUER J., 1984, Fondements chrono-culturels du mésolithique en Languedoc Occidental, *L'Anthropologie* 88, p. 345-365
- BARBIER P., AMIEL C., GARDES PH., DEBERTONNE F., 1995, *ZAC EUROCENTRE, Document Final de Synthèse sur les évaluations approfondies des sites archéologiques de La Nauze, Fontréol, l'Ourmède*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 32 p.
- BATES M.R., BATES C.R., 2000, Multidisciplinary Approaches to the Geoarchaeological Evaluation of Deeply Stratified Sedimentary Sequences: Exemples from Pleistocene and Holocene Deposits in Southern England, United Kingdom, *Journal of Archaeological Science* 27, p. 845-858
- BEARDAH C.C., BAXTER M., 1996, The archaeological use of kernel density estimates, *Internet Archaeology* 1-5, p. 1
- BEAUDELIN P., 1989, Conséquences de l'exploitation des granulats dans la Garonne, *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 60, p. 603-616
- BECKINSALE R.P., 1969, The human use of open channels. In : CHORLEY R.J., BARRY R.G. (eds), *Water, Earth and Man, a synthesis of hydrology, geomorphology and socio-economic geography*, London: Methuen, p. 331-343
- BEECHING A., BERGER J.-F., BROCHIER J.L., *et al.* 2000, Chasséens : agriculteurs ou éleveurs, sédentaires ou nomades ? Quels types de milieux, d'économies et de sociétés ?. In : LEDUC M., VALDEYRON N., VAQUER J. (eds), *Sociétés et espaces, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, 3^{ème} Session, Toulouse (6-7 novembre 1998)*, Toulouse : Archives d'Écologie Préhistorique, p. 59-79
- BÉHAGUE B., 2007, Le premier âge du Fer dans la moyenne et basse vallée de la Garonne (800-400 a.C.). Etat de la documentation. In : VAGINAY M., IZAC-IMBERT L. (eds), *Les âges du Fer dans le Sud-Ouest de la France, Actes du XXVIII Colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Bordeaux : Fédération Aquitania, suppl. 14, p. 15-35
- BELLON C., PERRIN F., 2007, Origines pré et protohistoriques de Lyon. In : LE MER A.-C., CHOMER C. (eds), *Lyon, Carte archéologique de la Gaule 69/2*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, p. 124-133
- BENITO G., THORNDYCRAFT V.R., RICO M., *et al.* 2008, Paleoflood and floodplain records from Spain: Evidence for long-term climate variability and environmental changes, *Geomorphology* 101, p. 68-77

- BERGER J.-F., 2003, Les étapes de la morphogénèse holocène dans le sud de la France. In : VAN DER LEEUW S., FAVORY F., FICHES J.-L. (eds), *Archéologie et systèmes socio-environnementaux, Études multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le programme ARCHEOMEDES*, Paris : CNRS Éditions, p. 87-167
- BERGER J.-F., 2009, Impact de la paléodynamique fluviale holocène sur l'occupation du sol dans les basses plaines alluviales du Rhône moyen : corrections taphonomiques et modélisations prédictives. In : DE DAPPER M., VERMEULEN F., DEPREZ S., TAELEMAN D. (eds), *Ol'Man River: Geo-Archaeological Aspects of Rivers and River Plains*, [Archaeological reports Ghent University](#) 5, Academia Press, p. 77-110
- BERGER J.-F., 2011, Hydrological and post-depositional impacts on the distribution of Holocene archaeological sites: The case of the Holocene middle Rhône River basin, France, *Geomorphology* 129, p. 167-182
- BERGER J.-F., ODIOT T., BEECHING A., *et al.* 1997, Géoarchéologie du Bassin Valdainais. In : BRAVARD J.-P., PRESTREAU M. (eds), *Dynamique du paysage, Entretiens de géoarchéologie*, Table Ronde tenue à Lyon les 17 et 18 nov. 1995, *Document d'Archéologie en Rhône-Alpes* 15, Lyon : S.R.A. Rhône-Alpes, p. 103-128
- BERGER J.-F., BROCHIER J.-L., BRAVARD J.-P., 2000, La géoarchéologie en France : définition et champs d'application, *Les nouvelles de l'archéologie* 81, p. 37-47
- BERGER J.-F., DELHON C., BONTE S., *et al.* 2002, Paléodynamique fluviale, climat, action humaine et évolution des paysages du bassin versant de la Citelle (moyenne vallée du Rhône, Drôme) au cours de l'Atlantique ancien (8000-6000 BP) à partir de l'étude de la séquence alluviale d'Espeluche-Lalo. In : BRAVARD J.-P., MAGNY M. (eds), *Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*, Paris : Errance, p. 223-237
- BERGER J.-F., SALVADOR P.-G., FRANC O., *et al.* 2008, La chronologie fluviale post-glaciaire du Haut Bassin Rhodanien, Coll. Edytem, *Cahiers de Paléoenvironnement* 6, p. 117-144
- BERGER J.-F., GUILAINE J., 2009, The 8200 cal BP abrupt environmental change and the Neolithic transition : A Mediterranean perspective, *Quaternary International* 200, p. 31-49
- BERMÚDEZ DE CASTRO J. M., PÉREZ-GONZÁLEZ A., MARTINÓN-TORRES M., *et al.* 2008, A new early Pleistocene hominin mandible from Atapuerca-TD6, Spain, *Journal of Human Evolution* 55, p. 729-735
- BETTIS III E.A., BENN D.W., HAJIC E.R., 2008, Landscape evolution, alluvial architecture, environmental history, and the archaeological record of the Upper Mississippi River Valley, *Geomorphology* 101, p. 362-377
- BEYNEIX A., 1998, La station chasséenne de Château-Percin (Seilh, Haute-Garonne), Les fouilles G. Simonnet 1970-1974, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 95, p. 77-84
- BEYNEIX A., 2003, *Traditions funéraires néolithiques en France méridionale, 6000-2200 avant J.-C.*, Coll. Des Hespérides, Paris : Errance, 287 p.
- BEYNEIX A., PIOT C., 1995, Mobiliers grecs et de tradition grecque dans la vallée de la Garonne et ses abords pendant les Âges du Fer (du VI^e au I^{er} siècle av. J.-C.), *Aquitania* 13, p. 33-73
- BEYNEIX A., HUMBERT M., 1999, La station chasséenne de Saint-Genès (Castelferrus, Tarn-et-Garonne). Les fouilles 1977-1978 du fossé sud, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 96, p. 209-219
- BIGEARD H., BOUTHIER A., 1996, *Carte archéologique de la Gaule 58: La Nièvre*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, 304 p.

- BINDER D., GUILAINE J., 1998, La Méditerranée central et occidentale (Rapport du groupe de travail sur la néolithisation). In : EVIN J. (Ed), *Actes du colloque « C14 Archéologie »*, Paris : Université de Paris I & C.N.R.S., p. 452-464
- BOCCACINO C., 2001, *CORDES-TOLOSANES, Abbaye de BELLEPERCHE*, Document Final de Synthèse de Suivis Archéologiques 1999-2001, Toulouse : Hadès, 2 vol.
- BORDES F., 2002, *Leçons sur le Paléolithique : Tome II, Paléolithique en Europe*, Paris : CNRS Éditions, 459 p.
- BOUDET R., ABAZ B., DAUTANT A., *et al.* 1994, Les agglomérations protohistoriques en France sud-occidentale: quelques réflexions, *Aquitania* 12, p. 55-94
- BOUBY L., MARINVAL P., 2001, La vigne et les débuts de la viticulture en France : apports de l'archéobotanique, *Gallia* 58, p. 13-29
- BOURGEAT F., ICOLE M., REVEL J.-C., 1984, Les terrasses alluviales dans les Petites Pyrénées et l'avant-pays molassique : les conditions de leur mise en place, *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire* 21, p. 60-66
- BOURIN M., ZADORA-RIO E., 2007, Rapport introductif: Pratiques de l'espace: les apports comparés des données textuelles et archéologiques. In : Collectif, *Construction de l'espace au Moyen Age: représentations et pratiques*, Congrès de la Société des Historiens Médiévistes de l'Enseignement Supérieur Public, Paris : Publications de la Sorbonne, p. 39-55
- BRAVARD J.-P., 1986, *Le Rhône, du Léman à Lyon*, Lyon : La Manufacture, 451 p.
- BRAVARD J.-P., 1996, Hydrologie continentale. In : DERRUAU M. (Ed), *Composantes et concepts de la géographie physique*, Paris : Armand Colin, p. 131-142
- BRAVARD J.-P., 1997, Géoarchéologie des vallées alluviales de Rhône-Alpes depuis le Tardiglaciaire. In : BRAVARD J.-P., PRESTREAU M. (eds), *Dynamique du paysage, Entretiens de géoarchéologie*, Table Ronde tenue à Lyon les 17 et 18 nov. 1995, *Document d'Archéologie en Rhône-Alpes* 15, Lyon : S.R.A. Rhône-Alpes, p. 129-150
- BRAVARD J.-P., VEROT-BOURRELY A., SALVADOR P.-G., 1992, Le climat d'après les enregistrements sédimentaires fluviatiles étudiés sur les sites archéologiques, *Les Nouvelles de l'Archéologie* 50, p. 7-13
- BRAVARD J.-P., PETIT F., 1997, *Les cours d'eau, Dynamique du système fluvial*, Coll. U, Série Géographie, Paris : Armand Colin, 221 p.
- BRAVARD J.-P., VEROT-BOURRELY A., FRANC O., ARLAUD C., 1997, Paléodynamique du site fluvial de Lyon depuis le Tardiglaciaire. In : BRAVARD J.-P., PRESTREAU M. (eds), *Dynamique du paysage, Entretiens de géoarchéologie*, Table Ronde tenue à Lyon les 17 et 18 nov. 1995, *Document d'Archéologie en Rhône-Alpes* 15, Lyon : S.R.A. Rhône-Alpes, p. 177-201
- BRAVARD J.-P., PEIRY J.-L., SALVADOR P.-G., 2002, La diversité spatiale des enregistrements morphosédimentaires tardiglaciaires et holocènes dans quelques vallées du piémont des Alpes du Nord (Arve, Haut-Rhône, Isère). In : BRAVARD J.-P., MAGNY M. (eds), *Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*, Paris : Errance, p. 205-213
- BRAVARD J.-P., PROVANSAL M., ARNAUD-FASSETTA G., *et al.* 2008, Un atlas du paléo-environnement de la plaine alluviale du Rhône de la frontière suisse à la mer, Collection EDYTEM, *Cahiers de Paléoenvironnement* 6, p. 99-111
- BRIDGE J. S., TYE R. S., 2000, Interpreting the dimensions of ancient fluvial channel bars, channels, and channel belts from wireline-logs and cores, *AAPG bulletin* 84, p. 1205-1228

- BRIDGLAND D., WESTAWAY R., 2008, Climatically controlled river terrace staircases: a worldwide Quaternary phenomenon, *Geomorphology* 98, p. 285-315.
- BROOKS N., 2006, Cultural responses to aridity in the Middle Holocene and increased social complexity, *Quaternary International* 151, p. 29-49
- BROSSIER S., MARLIÈRE P., 2000, Le site Chasséen de Villeneuve-Tolosane/Cugnaux, Haute-Garonne: une nouvelle opération de sauvetage (1996-1997). In LEDUC M., VALDEYRON N., VAQUER J. (eds), *Sociétés et espaces, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, 3^{ème} Session, Toulouse (6-7 novembre 1998)*, Toulouse : Archives d'Écologie Préhistorique, p. 313-318
- BROWN A.G., 1997, *Alluvial geoarchaeology, Floodplain archaeology and environmental change*, Cambridge Manuals in Archaeology, New-York : Cambridge University Press, 377 p.
- BROWN A.G., 1998, Fluvial evidence of the medieval warm period and the late medieval climatic deterioration in Europe. In: BENITO G., BAKER V.R., GREGORY K.J. (eds), *Palaeohydrology and environmental change*, Chichester: J. Wiley & Sons Ltd, p. 43-52
- BROWN A.G., KEOUGH M., 1992, Holocene floodplain metamorphosis in the Midlands, United Kingdom, *Geomorphology* 4, p. 433-445
- BROWN A.G., CAREY C., ERKENS G., *et al.* 2009, From sedimentary records to sediment budgets: multiple approaches to catchment sediment flux. *Geomorphology* 108, p. 35-47
- BRUN P., RUBY P., 2008, *L'âge du Fer en France, Premières villes, premiers États celtiques*, Paris : La Découverte, 177 p.
- BRUNETON H., ARNAUD-FASSETTA G., PROVANSAL M., SISTACH D., 2001, Geomorphological evidence for fluvial change during the Roman period in the lower Rhone valley (southern France), *Catena* 45, p. 287-312
- BRUXELLES L., BERTHET A.L., CHALARD P., *et al.* 2003, Le Paléolithique Inférieur et moyen dans le midi toulousain : nouvelles données géomorphologiques et archéologiques, *Paléo* 15, p. 7-28
- BRUXELLES L., PONS F., MAGNIN F., BERTRAND A., 2010, Ages et modalités de la mise en place de la couverture limoneuse de la basse plaine de la Garonne d'après l'exemple du site de Fontréal (Castelnau d'Estrétefonds, Haute-Garonne), *Quaternaire* 21, p. 475-484
- BRUXELLES L., JARRY M., 2011, Climatic conditions, settlement patterns and cultures in the Paleolithic: The example of the Garonne Valley (southwest France), *Journal of Human Evolution* 61, p. 538-548
- BURNOUF J., CARCAUD N., CUBIZOLLE H., *et al.* 2001, Les relations sociétés/milieus physiques depuis la fin du Tardiglaciaire: les apports du programme Loire/Floodplain archaeology and environmental change in the Loire valley during Holocene, *Quaternaire* 12, p. 5-13
- BURNOUF J., LEVEAU P., 2004, *Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture, Sociétés préindustrielles et milieux fluviaux, lacustres et palustres: pratiques sociales et hydrosystèmes*. Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, 493 p.
- BUTZER K.W., 1980, Pleistocene history of the Nile valley and lower Nubia. In : WILLIAMS M.A.J., FAURE H. (eds), *The Sahara and the Nile: Quaternary and Prehistoric Occupation in Northern Africa*, Rotterdam : A.A. Balkema, p. 253-280
- BUTZER K.W., 1982, *Archaeology as human ecology*, New York : Cambridge University Press, 364 p.
- CAELEN J., PELLEGRIN A., 2009, Analyse cognitive des aménités environnementales. In : CAHOUR B., ANCEAUX F., GIBOIN A. (eds), *EPIQUE, Actes du 5^{ème} colloque de Psychologie Ergonomique*, 28-30 septembre, Nice, p. 109-115

- CAMMERAAT L.H., 2002, A review of two strongly contrasting geomorphological systems within the context of scale, *Earth Surface Processes and Landforms* 27, p. 1201-1222
- CAMPECH S., 1993, *CORDES-TOLOSANES, Abbaye cistercienne de BELLEPERCHE*, Rapport de sondage, 7 p.
- CAPDEVILLE J.-P., CHALARD P., JARRY M., *et al.* 1997, Le gisement acheuléen d'En Jacca – La sauvegarde à Colomiers (Haute-Garonne) : nouvelles données, *Paléo* 9, p. 69-99
- CARBONELL E., BERMÚDEZ DE CASTRO J.M., PARES J.M., *et al.*, 2008, The first hominin of Europe, *Nature* 452, p. 465-470
- CARCAUD N., 2006, Diversité des formes et formations alluviales (paysages fluviaux) : l'exemple du Bassin de la Loire océanique. In : DUMONT A. (Ed), *Archéologie des lacs et des cours d'eau*, Coll. « Archéologiques », Paris : Errance, p. 59-70
- CARCAUD N., GARCIN M., VISSET L., *et al.* 2002, Nouvelle lecture des paysages fluviaux à l'Holocène dans le bassin de la Loire moyenne. In : BRAVARD J.-P., MAGNY M. (eds), *Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*, Paris : Errance, p. 71-84
- CARCAUD N., GARCIN M. (eds), 2001, *Géoarchéologie de la Loire moyenne et ses marges, Rapport de synthèse PCR 1996-1999*, Orléans : Service Régional de l'Archéologie Centre, 125p.
- CAROZZA J.-M., 2012, *Les sociétés du passé face aux crises environnementales : une approche géoarchéologique et géomorphologique*, Habilitation à Diriger des Recherches : Géographie Physique : Université Paris-Diderot (Paris 7), 2 vol.
- CAROZZA J.-M., VALETTE P., CAROZZA L., *et al.* 2013, L'architecture morpho-sédimentaire de la basse plaine de la Garonne moyenne en aval de Toulouse: premiers résultats, *Quaternaire* 24, p.397-406
- CAROZZA J.-M., CAROZZA L., VALETTE P., *et al.* 2014, The subfossil tree deposits from the Garonne Valley and their implications on Holocene alluvial plain dynamics, *Comptes Rendus Geoscience* 346, p. 20-27
- CAROZZA L., 1994, *De l'Âge du Bronze à l'Âge du Fer en Albigeois*, Archives d'Écologie Préhistorique 13, E.H.E.S.S., 206 p.
- CAROZZA L., MARCIGNY C., 2007, *L'Âge du Bronze en France*, Coll. Archéologies de la France, Paris : La Découverte, 155 p.
- CAROZZA L., GALOP D., 2008, Le dynamisme des marges. Peuplement et exploitation des espaces de montagne durant l'âge du Bronze. In : GUILAINE J. (Ed), *Villes, villages, campagnes de l'âge du Bronze, Séminaire du Collège de France*, Coll. Les Hespérides, Paris : Errance, p. 226-255
- CASTANET C., 2008, *La Loire en val d'Orléans. Dynamiques fluviales et socio-environnementales durant les derniers 30 000 ans : de l'hydrosystème à l'anthroposystème*, Thèse : Géographie Physique : Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 545 p.
- CASTANET C., BURNOUF J., GARCIN M., *et al.* 2007, Holocene societies : fluvial environments interactions in the Middle Loire River alluvial plain (Val d'Orléans, France), In : *xvii^e INQUA Congress 2007, Cairns, Australia, Special edition of Quaternary International*, Elsevier
- CAVAILLÉ A., 1965, Les unités morphologiques des basses plaines de la Garonne, *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 36, p. 243-278
- CAVAILLÉ A., 1969, Les terrasses de la Garonne à l'ouest de Toulouse, *Livret-guide excursion A6, Pyrénées orientales et centrales, Roussillon et Languedoc occidental*, 8^{ème} congrès de l'INQUA, Paris, p. 16-23

- CAVALIN F. (Ed), 2001, *Rapside 1, ZAC Aéroconstellation, Blagnac (31), DFS d'évaluation archéologique*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 31p.
- CHAMLEY H., 2004, *Bases de sédimentologie*, Coll. Sciences Sup, Paris : Dunod, 178 p.
- CHEN Z., ZONG Y., WANG Z., *et al.* 2008, Migration patterns of Neolithic settlements on the abandoned Yellow and Yangtze River deltas of China, *Quaternary Research* 70, p. 301-314.
- CHOROWICZ J., DEROIN J.-P., 2003, La télédétection et la cartographie géomorphologique et géologique, Paris : Éditions Scientifiques GB, 141 p.
- CHOSSENOT R. (Ed), 2004, *Carte Archéologique de la Gaule 51/1 : la Marne*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, 848 p.
- CLARIA J.-P., LASSURE J.-M., VILLEVAL G., 2007, *La Garonne et ses affluents entre Toulouse et Muret, Opération de Prospection Diachronique*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 97 p.
- CLARIA J.-P., LASSURE J.-M., VILLEVAL G., 2008, *La Garonne et ses affluents entre Toulouse et Cazères, Opération de Prospection-Inventaire*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 109 p.
- CLARIA J.-P., LASSURE J.-M., VILLEVAL G., 2009, *La Garonne et ses affluents entre Toulouse et Cazères, Opération de Prospection-Inventaire*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 105 p.
- CLIQUET D., 1993, *Carte Archéologique de la Gaule 27 : l'Eure*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, 285 p.
- CLOTTES J., 1976, Les civilisations néolithiques dans les Causses. In : DE LUMLEY H. (Ed), *La Préhistoire Française. 1. Les Civilisations paléolithiques et mésolithiques*, vol. 2, Paris : CNRS Éditions, p. 279-291
- CLOTTES J., GIRAUD J. P., 1991, Le Chasséen des grands Causses et du Quercy. In : BEECHING A. (Ed), *Identité du Chasséen, Actes du Colloque International de Nemours (17-19 mai 1989), Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France* 4, Nemours : APRAIF, p. 19-26
- CNIL, 2006, *Rapport au Parlement, Mise en œuvre de la loi modifiée du 17 janvier 2001 relative à l'archéologie préventive*, Tome 1 [consulté le 13 novembre 2013], 98 p. Disponible sur <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/064000389/0000.pdf>
- COLIN A., 2003, Recherches récentes sur l'âge du Fer dans le sud-ouest de la France, d'après la bibliographie des années 1995-2001, *Aquitania* 19, p. 313-326
- COLIN M.-G., 2002, *Édification et Objets du Culte Chrétien dans le Paysage Rural de NOVENPOPULANIE ORIENTALE*, Rapport de Prospection thématique, S.R.A. Midi-Pyrénées, n.p.
- COLIN M.-G., 2008, *Christianisation et peuplement des campagnes entre Garonne et Pyrénées, IV^e - X^e siècles*, C.M.A.L., 307 p.
- COLLINS P.H.E.F., WORSLEY P., KEITH-LUCAS D.M., FENWICK I.M., 2006, Floodplain environmental change during the Younger Dryas and Holocene In Northwest Europe: Insights from the lower Kennet Valley, south central England, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 233, p. 113-133
- COLONGE D. (Ed), 2002, *Rapside 2, Rapport Final d'Opération*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 83 p.
- CONOLLY J., LAKE M., 2006, *Geographical information systems in archaeology*, Cambridge University Press, 338 p.
- CORDIER S., BRIDGLAND D.R., 2012, Introduction au numéro spécial, *Géomorphologie* 4, p. 391-404
- CUBIZOLLE H., GEORGES V., 2001, L'évolution holocène de la plaine alluviale de la Loire dans le bassin du Forez (Massif central, France). Mise en évidence du potentiel géoarchéologique/Flood

plains changes in the catchment of the upper Loire during the Late Holocene (Massif central, France): Evidence of geoarchaeological potential, *Quaternaire* 12, p. 53-67

- CUBIZOLLE H., GEORGES V., 2002, Évolution morphosédimentaire des plaines alluviales de la Loire et de ses affluents dans le bassin du Forez (Massif Central français) depuis la fin du Würm. In : BRAVARD J.-P., MAGNY M. (eds), *Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*, Paris : Errance, p. 63-70

- CUBIZOLLE H., GEORGES V., ARGANT J., 2006, Evolution paléoenvironnementale du Massif Central oriental depuis la fin du Würm. Premiers bilans de recherches interdisciplinaires. In : ALLÉE P., LESPEZ L. (eds), *L'Érosion entre Société, Climat et Paléoenvironnement, Table ronde en l'honneur du Professeur René Neboit-Guilhot, Clermont-Ferrand, 25-26-27 mars 2004*, Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise-Pascal, p. 215-224

- CYPRIEN A.-L., VISET L., CARCAUD N., 2004, Evolution of vegetation landscapes during the Holocene in the central and downstream Loire basin (Western France), *Vegetation History and Archaeobotany* 13, p. 181-196

- DAMBECK R., THIEMEYER H., 2002, Fluvial history of the northern Upper Rhine River (southwestern Germany) during the Lateglacial and Holocene times, *Quaternary International* 93, p. 53-63.

- DANIELS J.M., 2008, Distinguishing allogenic from autogenic causes of bed elevation change In late Quaternary alluvial stratigraphic records, *Geomorphology* 101, p. 159-171

- DAUGAS J.-P., RAYNAL J.-P., 1989, Quelques étapes du peuplement du Massif Central français dans leur contexte paléoclimatique et paléogéographique. In : LAVILLE H. (Ed), *Variations des paléomilieus et peuplement préhistorique. Colloque du Comité français de l'Union internationale pour l'étude du Quaternaire (INQUA), Cahiers du Quaternaire n° 13*, Paris : CNRS Éditions, p. 67-95

- DE FILIPPO R., 1988, *Toulouse, Hôpital Larrey : Rapport de Fouille de Sauvetage Programmé*, SRA Midi-Pyrénées, 237p.

- DE FILIPPO R., 1993, Nouvelle définition de l'enceinte romaine de Toulouse, *Gallia* 50, p. 181-204

- DE FILIPPO R., 2002, La ville et son forum, L'aménagement de la ville : rythme et durée. In : PAILLER J.-M. (Ed), *Tolosa, Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Coll. De l'Ecole Française de Rome-281, Rome, p. 205-220

- DE SMEDT P., VAN MEIRVENNE M., MEERSCHMAN E., et al. 2011, Reconstructing palaeochannel morphology with a mobile multicoil electromagnetic induction sensor, *Geomorphology* 120, p. 126-141

- DEFFONTAINES P., 2000, *Les hommes et leur travaux en Moyenne Garonne (Agenais, Bas-Quercy)*, Réimpression de l'édition de Lille 1932, Agen : Quesseveur, 462 p.

- DELACAMPAGNE F., 1995, *Carte Archéologique de la Gaule 14 : Le Calvados*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, 166 p.

- DELHON C., THIÉBAULT S., BERGER J.-F., 2009, Environment and landscape management during the Middle Neolithic in Southern France: Evidence for agro-sylvo-pastoral systems In the Middle Rhone Valley, *Quaternary International* 200, p. 50-65

- DEMOULE J.-P., GILIGNY F., LEHOËRFF A., SCHNAPP A., 2005, *Guide des méthodes de l'archéologie*, Guide Repères, Paris : La Découverte, 296p.

- DERRUAU M., 2004, *Les formes du relief terrestre, Notions de géomorphologie*, 8^e édition, Coll. U, Paris : Armand Colin/ HER, 119 p.

- DIDIER J., 2008, *Extraction des pollens dans de sédiments et dans des mousses pour analyse palynologique, Version.3 2008*, Université de Franche-Comté, CNRS, 13p.

- DOMERGUE C., HESNARD A., PASSELAC M., 2002, Les échanges commerciaux dans le Toulousain : l'exemple de Vieille-Toulouse. In : PAILLER J.-M. (Ed), *Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Coll. De l'Ecole Française de Rome-281, Rome, p. 193-197
- DONG G., JIA X., ELSTON R., *et al.* 2013, Spatial and temporal variety of prehistoric human settlement and its influencing factors in the upper Yellow River valley, Qinghai Province, China, *Journal of Archaeological Science* 40, p. 2538-2546
- DOTTERWEICH M., 2008, The history of soil erosion and fluvial deposits in small catchments of central Europe: Deciphering the long-term interaction between humans and the environment – A review, *Geomorphology* 101, p. 192-208
- DRAUT A.E., RUBIN D.M., DIERKER J.L., *et al.* 2005, *Sedimentology and stratigraphy of the Palisades, Lower Comanche, and Arroyo Grande areas of the Colorado River Corridor, Grand Canyon, Arizona*, U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2005-5072 [réf. du 16 décembre 2005]. Disponible sur <http://pubs.usgs.gov/sir/2005/5072/>
- DRAUT A.E., RUBIN D.M., 2007, *The role of aeolian sediment in the preservation of archaeological sites in the Colorado River corridor, Grand Canyon. Arizona: Final Report on Research Activities, 2003–2006*, U.S. Geological Survey Open-File Report 2007-1001 [réf. du 9 janvier 2008]. Disponible sur <http://pubs.usgs.gov/of/2007/1001/>
- DRAUT A.E., RUBIN D.M., DIERKER J.L., *et al.* 2008, Application of sedimentary-structure interpretation to geoarchaeological investigations in the Colorado River Corridor, Grand Canyon, Arizona, USA, *Geomorphology* 101, p. 497-509
- DUBAR M., 2004, L'édification de la plaine deltaïque du Bas Argens (Var, France) durant la Protohistoire et l'Antiquité. Application d'un modèle numérique 2D à l'archéologie, *Méditerranée* 102, p. 47-54
- DUCOMET G., 1991, *CORDES-TOLOSANES, Abbaye cistercienne de BELLEPERCHE : Rapport de prospection électrique*, CNRS, 12 p.
- DUMONT A., 2000, Les archives du fleuve : analyse documentaire et archéologie fluviale. In : BONNAMOUR L. (Ed), *Archéologie des fleuves et des rivières*, Paris : Errance, p. 18-20
- ELLWOOD B.B., HARROLD F.B., BENOIST S.L., *et al.* 2004, Magnetic susceptibility applied as an age-depth-climate relative dating technique using sediments from Scladina Cave, a Late Pleistocene cave site in Belgium, *Journal of Archaeological Science* 31, p. 283-293
- ENJALBERT H., 1960, *Les pays aquitains, Première partie : le modelé et les sols*, Tome premier, Bordeaux : Imprimerie Bière, 618 p.
- ERSKINE W.D., WARNER R.F., 1998, Further assessment of flood-and drought-dominated regimes in south-eastern Australia, *The Australian Geographer* 29, p. 257-261
- EVIN J., OBERLIN C., 1998, La méthode de datation par le radiocarbone. In : EVIN J., LAMBERT G.-N., LANGOUËT L., *et al.* (eds), *Les méthodes de datation en laboratoire*, Coll. «Archéologiques», Paris : Errance, p. 75-117
- FALGUÈRES C., BAHAIN J.-J., YOKOYAMA Y., *et al.* 1999, Earliest humans In Europe : the age of TD6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain, *Journal of Human Evolution* 37, p. 343-352
- FAVRE N., 2004, *L'évolution du risque d'inondation de l'Hers mort*, Mémoire de maîtrise : Université Toulouse II, 167 p.
- FAU J.-C. (Ed), 2003, *Le Tarn-et-Garonne de la Préhistoire à nos jours*, Coll. L'Histoire des Départements de la France, Saint-Jean-d'Angély : J.-M. Bordessoules, 312 p.

- FLOSS H., 2000, Le couloir Rhin-Saône-Rhône : axe de communication au Tardiglaciaire. In : CUPILLARD C., RICHARD A. (eds), *Les derniers chasseurs-cueilleurs de l'Europe occidentale (13000-5500 av. J.-C.) : Actes du Colloque International de Besançon 23-25 octobre 1998*, [Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté 699, Série "Environnement, sociétés, et archéologie"](#), Besançon : Presses Universitaires de Franche-Comté, p. 313-321
- FISK H.N., 1944, *Geological investigation of the alluvial valley of the lower Mississippi River*, War Department, Corps of Engineers, U.S. Army, non pag.
- FOURMENT N., 2002, *La question des sols et niveaux d'habitat du Paléolithique supérieur au Mésolithique*, Thèse : Anthropologie sociale et historique de l'Europe : Université Toulouse-Le Mirail, 525 p.
- FRANÇOIS P., VAQUER J., 2000, Essai de périodisation des productions céramiques du Chasséen garonnais. In : LEDUC M., VALDEYRON N., VAQUER J. (eds), *Sociétés et espaces, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, 3^{ème} Session, Toulouse (6-7 novembre 1998)*, Toulouse : Archives d'Écologie Préhistorique, p.319-327
- FRAZIER D.E., 1967, Recent deltaic deposits of the Mississippi River: Their development and chronology, *Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc.* 17, p. 287-315.
- FROUIN M., DURAND A., SEBAG D., *et al.* 2009, Holocene evolution of a wetland in the Lower Seine Valley, Marais Vernier, France, *The Holocene* 19, p. 717-727
- GAILLARD, Arnaud. Contribution à l'étude des outillages osseux chasséens du sud-ouest de la France: les exemples de Villeneuve-Tolosane et d'Auriac. In : LEDUC M., VALDEYRON N., VAQUER J. (eds), *Sociétés et espaces, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, 3^{ème} Session, Toulouse (6-7 novembre 1998)*, Toulouse : Archives d'Écologie Préhistorique, p. 273-279
- GALOP D., 1998, *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée. Contribution palynologique*, Toulouse: GEODE - Laboratoire d'écologie terrestre - Framespa, 285 p.
- GALOP D., 2000, Propagation des activités agro-pastorales sur le versant nord-pyrénéen entre le VI^e et le III^e millénaire av. J.-C. : l'apport de la palynologie. In : LEDUC M., VALDEYRON N., VAQUER J. (eds), *Sociétés et espaces, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, 3^{ème} Session, Toulouse (6-7 novembre 1998)*, Toulouse : Archives d'Écologie Préhistorique, p.101-108
- GALOP D., VAQUER J., 2004, Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques. In : RICHARD H. (Ed), *Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques*, Besançon : Presses Universitaires Franc-Comtoises, p. 179-194
- GALOP D., CAROZZA L., MAREMBERT F., BAL M.-CL., 2007, L'Âge du Bronze dans les Pyrénées : L'état de la question à la lumière des données environnementales et archéologiques. In : RICHARD H., MAGNY M., MORDANT M. (eds), *Environnements et cultures de l'Âge du Bronze en Europe occidentale, 12⁹ congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Besançon, 2004*, Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 107-119
- GANDELIN M., VAQUER J., BRESSY C., 2006, Les lames en matières premières exogènes dans le Chasséen de Villeneuve-Tolosane et de Cugnax (Haute-Garonne). In : VAQUER J. (Ed), *La fin de l'Âge de Pierre en Europe du Sud. Matériaux et productions lithiques taillées remarquables dans le Néolithique et le Chalcolithique du sud de l'Europe. Actes de la table ronde de l'EHESS (Carcassonne 5-6 septembre 2003)*, Paris : Archives d'Écologie Préhistorique, p. 121-137
- GARCIN M., GIOT D., FARJANEL G., *et al.* 1999, Géométrie et âge des alluvions majeur de la Loire moyenne, exemple du Val d'Avaray (Loir-et-Cher, France), *Earth and Planetary Sciences* 329,p.405-412

- GARCIN M., CARCAUD N., GAUTIER E., *et al.* 2006, Impacts des héritages sur un hydrosystème: l'exemple des levées en Loire moyenne et océanique. In : ALLÉE P., LESPEZ L. (eds), *L'Érosion entre Société, Climat et Paléoenvironnement, Table ronde en l'honneur du Professeur René Neboit-Guilhot, Clermont-Ferrand, 25-26-27 mars 2004*, Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise-Pascal, p. 225-236.
- GARDES P., RODANES VICENTE J.M., 2000, Du Néolithique au deuxième âge du Fer dans les piémonts pyrénéens occidentaux : contribution de l'analyse micro-régionale à l'étude des formes d'appropriation de la nature. In : LEDUC M., VALDEYRON N., VAQUER J. (eds), *Sociétés et espaces, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, 3^{ème} Session, Toulouse (6-7 novembre 1998)*, Toulouse : Archives d'Écologie Préhistorique, p. 119-133
- GARDES P., IZAC-IMBERT L., 2007, Les céramiques indigènes. In : Collectif, *Aux origines de Tolosa, Culture et société dans la région de Toulouse du Bronze final à l'époque augustéenne*, Action Collective de Recherche, Toulouse : Ministère de la Culture-Ministère de la recherche- CNRS-INRAP, p. 65
- GARRY G., BALLAIS J.-L., MASSON M., 2002, La place de l'hydrogéomorphologie dans les études d'inondation en France méditerranéenne/The contribution of hydrogeomorphology in flood hazard assessment: a review of the situation in southern France, *Géomorphologie: relief, processus, environnement* 8, p. 5-15.
- GAUVARD C., 2008, *La France au Moyen Age, du V^e au XV^e siècle*, Coll. Quadrige, Paris : Presses Universitaires de France, 570 p.
- GAZELLE F., 1984, La crue de décembre 1981 dans le bassin de la Garonne, *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 55, p. 5-28
- GAZELLE F., 1989, Le rôle des Pyrénées sur le régime de la Garonne toulousaine, *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 60, p. 503-520
- GEORGES V., CUBIZOLLE H., ARGANT J., *et al.* 2004, Détection, détermination et interprétation des témoins archéologiques de la Loire en Forez (Massif Central, France) : vers une histoire du peuplement. In : BURNOUF J., LEVEAU P. (eds), *Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture, Sociétés préindustrielles et milieux fluviaux, lacustres et palustres: pratiques sociales et hydrosystèmes*, Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 71-83
- GERMAN L.A., 2003, Historical contingencies in the coevolution of environment and livelihood: contributions to the debate on Amazonian Black Earth, *Geoderma* 111, p. 307-331
- GEZE B., CAVAILLE A., 1977, *Aquitaine Orientale*, Coll. Guides géologiques régionaux, Paris : Masson, 183 p.
- GHILARDI M., BORAIK M., 2011, Reconstructing the Holocene depositional environments in the western part of Ancient Karnak temples complex (Egypt): a geoarchaeological approach, *Journal of Archaeological Science* 38, p. 3204-3216
- GHILARDI M., TRISTANT Y., 2012, Geoarchaeology of Egypt and the Mediterranean: Reconstructing Holocene landscapes and human occupation history, *Quaternary International* 266, p. 1-3
- GOMEZ DE SOTO J., 1995, *Le Bronze moyen en Occident, La Culture des Duffaits et la Civilisation des Tumulus*, Coll. L'Âge du Bronze en France, Paris : Picard, 375 p.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ P., SOPENA VICIÉN M.C., 2002, Recent Holocene paleoenvironmental evolution in the central Ebro Basin (NE Spain), *Quaternary International* 93-94, p. 177-190
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ P., UTRILLA P., MAZO C., *et al.* 2009, Patterns of human occupation during the early Holocene in the Central Ebro Basin (NE Spain) in response to the 8.2 ka climatic event, *Quaternary Research* 71, p. 121-132

- GOUW M. J. P., ERKENS, G., 2007, Architecture of the Holocene Rhine-Meuse delta (the Netherlands)-a result of changing external controls, *Netherlands Journal of Geosciences* 86, p. 23
- GRIFFISCH J.-N., MAGNAN D., MORDANT D., 2008, *Carte Archéologique de la Gaule 77 : La Seine-et-Marne*, 2 vol., Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, 1287 p.
- GRIMBERT L., WALICKA H., ARNOUX TH., BRUXELLES L., 2005, *Moissac/Castelsarrasin – Liaison Quercy/Gascogne, Diagnostic archéologique « Les rives du Tarn »*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 35 p.
- GUILAINE J. (ed.), 1980, *Le groupe de Véraza et la fin des temps néolithiques dans le sud de la France et la Catalogne*, Paris : CNRS Éditions, 296 p.
- GUILAINE J., 1990, Le bronze final du Midi de la France, Questions d'actualité, *Revue archéologique de l'Ouest*, suppl. 2, p. 227-233
- GUILAINE J., 1992, Le Bronze ancien en Méditerranée occidentale. In : MORDANT C., GAIFFE O. (eds), *Cultures et sociétés du Bronze ancien en Europe, Actes du 117^e Congrès National de la Société Historique et Scientifique, Clermont-Ferrand (27-29 oct. 1992)*, Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 37-68
- GUILAINE J., 2003, *De la vague à la tombe, La conquête néolithique de la Méditerranée*, Paris : Éditions du Seuil, 380 p.
- GUILAINE J., RIGAUD L., 1968, Le Foyer de Péraïrol (Cavanac, Aude) dans son contexte régional de la fin du Néolithique et du Chalcolithique, *Bulletin de la Société préhistorique française* XV, *Études et travaux*, p. 671-698
- GUILAINE J., PY M., 2000, Le Sud de la Gaule et les relations méditerranéennes et occidentales (-1000/-500). In : JANIN T. (Ed), *Mailhac et le Premier âge du Fer en Europe occidentale, Hommages à Odette et Jean Taffanel. Actes du Colloque International de Carcassonne, 17-20 septembre 1997*, Coll. Monographies d'Archéologie Méditerranéenne (MAM), Lattes : Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, p. 415-432
- GUILLOT F., 2010, La mise en place des habitats agglomérés en Sabartès (Haute-Ariège) au Moyen-âge central. In : SÉNAC P., BARRAQUE J.-P. (eds), *Habitats et peuplement dans les Pyrénées au Moyen-âge et à l'époque moderne, Travaux du Groupe RÉSOPYR III*, Coll. Méridiennes, Toulouse : CNRS-Université de Toulouse-Le Mirail, p. 77-94
- GUSTAVSSON M., KOLSTRUP E., SEIJMONSBERGEN A.C., 2006, A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development, *Geomorphology* 77, p. 90-111
- GUSTAVSSON M., SEIJMONSBERGEN A.C., KOLSTRUP E., 2008, Structure and contents of a new geomorphological GIS database linked to a geomorphological map—With an example from Liden, central Sweden, *Geomorphology* 95, p. 335-349
- GUZZETTI F., MARCHETTI M., REICHENBACH P., 1997, Large alluvial fans in the north-central Po Plain (Northern Italy). *Geomorphology* 18, p. 119-136
- HAAG W.C., 1996, Geoarchaeology of the Lower Mississippi Valley, *Engineering Geology* 45, p. 59-64
- HAUTEFEUILLE F., 2007, Le haut Moyen Age. In : MAVERAUD-TARDIVEAU H. (Ed), *Carte Archéologique de la Gaule 82 : Le Tarn-et-Garonne*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, p. 57-58
- HEEGAARD E., BIRKS H.J.B., TELFORD R.J., 2005, Relationships between calibrated ages and depth in stratigraphical sequences: an estimation procedure by mixed-effect regression, *The Holocene* 15, p. 612-618

- HEIRI O., LOTTER A.F., LEMCKE G., 2001, Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content In sediments: reproducibility and comparability of results, *Journal of Paleolimnology* 25, p. 101-110
- HÉRAIL G., HUBSCHMAN J., JALUT G., 1986, Quaternary glaciation In the French Pyrenees, *Quaternary Science Reviews* 5, p. 397-402
- HEYD T., 2008, Cultural Responses to Natural Changes such as Climate Change, *Espace Populations Sociétés. Space Populations Societies 2008*, p. 83-88
- HOFFMANN T., LANG A., DIKAU R., 2008, Holocene river activity: analysing 14C-dated fluvial and colluvial sediments from Germany, *Quaternary Science Reviews* 27, p. 2031-2040
- HOWARD P.J.A., HOWARD D.M., 1990, Use of organic carbon and loss-on-ignition to estimate soil organic matter In different soil types and horizons, *Biology and Fertility of Soils* 9, p. 306-310
- HOWARD A.J., MACKLIN M.G., 1999, A generic geomorphological approach to archaeological interpretation and prospection in British river valleys: a guide for archaeologists investigating Holocene landscapes, *Antiquity* 73, p. 527-541.
- HUANG C.C., PANG J., ZHA X., *et al.* 2011, Extraordinry floods related to the climatic event at 4200 a BP on the Qishuihe River, middle reaches of the Yellow River, China, *Quaternary Science Reviews* 30, p. 460-468
- HUBSCHMAN J., 1972, L'âge de la basse plaine garonnaise, des Pyrénées au confluent du Tarn, *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences* 275, p. 651-653
- HUBSCHMAN J., 1973, Établissement par l'étude des faciès d'altération, d'un schéma stratigraphique du Quaternaire garonnais et albigeois, *Compte Rendu de l'Académie des Sciences* 277, p. 753-755
- HUBSCHMAN J., 1974, *Morphogénèse et pédogénèse quaternaires dans le piémont des Pyrénées garonnaises et ariégeoises*, Thèse : Géographie : Université de Toulouse-Le Mirail, 745 p.
- HUBSCHMAN J., 1975a, La plaine de Rivière et le complexe de terrasses et moraines au sud de Montrejeau, *Bulletin de l'Association Française pour l'Étude du Quaternaire* 44-45, p. 192-200
- HUBSCHMAN J., 1975b, Les terrasses récentes de la Garonne et leur évolution, *In* Le piémont quaternaire de la Garonne (sud-est du bassin Aquitain, piémont central nord-pyrénéen), *Bulletin de l'association française pour l'étude du Quaternaire* 44-45, p. 137-147
- HUBSCHMAN J., 1975c, L'évolution de nappes alluviales antérisiennes de la Garonne, dans l'avant-pays molassique, *In* Le piémont quaternaire de la Garonne (sud-est du bassin Aquitain, piémont central nord-pyrénéen), *Bulletin de l'association française pour l'étude du Quaternaire* 44-45, p. 148-160.
- HUBSCHMAN J., 1975d, *Morphogénèse et pédogénèse quaternaires dans le piémont des Pyrénées garonnaises et ariégeoises*, Thèse d'Etat, Toulouse : Éditions Honoré Champion, Paris, 745 p.
- HUBSCHMAN J., 2000, Le cadre géographique de la cité de Toulouse. Terrains, milieux et terroirs. *In* : PAILLER J.-M. (Ed), *Tolosa, Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Coll. De l'Ecole Française de Rome-281, Rome, p. 1-39.
- HUDSON P.F., BUTZER K.W., BEACH T., 2008, Fluvial deposits and environmental history: Synthesis, *Geomorphology* 101, p. XVII-XX
- HUREL A., COYE N. (eds), 2011, *Dans l'épaisseur du temps, Archéologues et géologues inventent la préhistoire*, Paris : Publications Scientifiques du Muséum d'Histoire naturelle, 442p.
- ICOLE M., 1973, *Géochimie des altérations dans les nappes d'alluvions du piémont occidental nord-pyrénéen, Essai de paléopédologie quaternaire*, Thèse : Sciences : Paris, 348p.

- ICOLE M., 1980, L'altération au sein des colluvions quaternaires du piémont occidental nord-pyrénéen : éléments de corrélations. In : CHALINE J. (Ed), *Problèmes de stratigraphie quaternaire en France et dans les pays limitrophes, Actes de la table ronde de Dijon*, Bulletin de l'association française pour l'étude du Quaternaire N.S. 1, p. 312-313
- ICOLE M., RIEUCAU L., 1976a, Les limons quaternaires et les dépôts de pente dans le Bassin de la Garonne et ses affluents. In : DE LUMLEY H. (Ed), *La Préhistoire Française. 1. Les Civilisations paléolithiques et mésolithiques*, vol. 1, Paris : CNRS Éditions, p. 144-147
- ICOLE M., RIEUCAU L., 1976b, Les alluvions fluviales dans le bassin de la Garonne et ses affluents, In : DE LUMLEY H. (Ed), *La Préhistoire Française. 1. Les Civilisations paléolithiques et mésolithiques*, vol. 1, Paris : CNRS Éditions, p. 101-104
- IZAC-IMBERT L., SIREIX C., 2007, Les sites à enclos fossoyés de la fin de l'âge du Fer dans le Sud-Ouest de la France : un premier bilan, *Aquitania, suppl. 14*, p. 285-292
- JANIN T., 2001, Sépultures, nécropoles, archéologie funéraire et sociétés de l'âge du Bronze dans le Sud-Ouest de la France : résultats récents, programmes et tendances, *Documents d'Archéologie Méridionale 24*, p. 230-237
- JANIN T., 2003, Dépôts d'objets métalliques de l'âge du Bronze et du premier âge du Fer du Rhône aux Pyrénées et de la Méditerranée au Massif central. Travaux récents et perspectives, *Documents d'archéologie méridionale. Protohistoire du Sud de la France 26*, p. 385-389
- JANIN T., BURRENS A., CAROZZA L., 1997, *La nécropole protohistorique du Camp d'Alba à Réalville (Tarn-et-Garonne)*, Association pour la recherche archéologique en Languedoc oriental, Toulouse : Archives d'écologie préhistorique, 174 p.
- JARRY M., 2010, *Les groupes humains du Pléistocène moyen et supérieur en Midi toulousain: contextes, ressources et comportements entre Massif Central et Pyrénées*, Thèse : Anthropologie Sociale et Historique de l'Europe : Université Toulouse le Mirail-Toulouse II, 470 p.
- JARRY M., COLONGE D., 2001, *BLAGNAC, lieu-dit RAPSIDE 2, Z.A.C. Aéroconstellation*, Document Final de Synthèse d'Évaluation Archéologique par Diagnostics, Toulouse : A.F.A.N. Grand Sud-Ouest, 31 p.
- JARRY M., BRUXELLES L., 2012, L'influence des variations climatiques sur les peuplements paléolithiques entre Massif Central et Pyrénées, *Géologues 173*, p. 20-23
- JAUBERT J., 2002, Le Paléolithique dans le Midi Toulousain. In : *PAILLER J.-M. (Ed), Tolosa, Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Coll. De l'Ecole Française de Rome-281, Rome, p. 42-52
- JAUBERT J., BISMUTH T., 1996, Le Paléolithique moyen des Pyrénées Centrales : Esquisse d'un schéma chronologique et économique dans la perspective d'une étude comparative avec les documents ibériques. In : DELPORTE H., CLOTTES J. (eds), *Pyrénées Préhistoriques, arts et sociétés, Actes du 118^e congrès national des sociétés historiques et scientifiques*, Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 9-26
- JAUBERT J., SERVELLE C., 1996, L'Acheuléen du bassin de la Garonne. État de la question et implications. In : TRUFFEAU A. (Ed), *L'Acheuléen dans l'Ouest de l'Europe, Actes du colloque International de Saint-Riquier (6-10 juin 1989)*, Publications du Centre d'Études et de Recherches Préhistoriques n°4, Lille : Université des Sciences et Technologies, p. 77-108
- JOLIBERT B., 2007, *CORDES-TOLOSANES, Abbaye de BELLEPERCHE*, Rapport de sondage, Toulouse : Hadès, 33 p.
- JOLY C., VISET L., 2009, Evolution of vegetation landscapes since the Late Mesolithic on the French West Atlantic coast, *Review of Palaeobotany and Palynology 154*, p. 124-179

- JORDA M., MIRAMONT C., ROSIQUE T., SIVAN O., 2002, Évolution de l'hydrosystème durancien (Alpes du Sud, France) depuis la fin du Pléniglaciaire supérieur. In BRAVARD J.-P., MAGNY M. (eds), *Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*, Paris : Errance, p. 239-249
- JUNG C., ODIOT T., 1999, La moyenne vallée du Rhône, de l'Isère à l'Ardèche, *Gallia* 56, p. 81-90
- KADLEC J., GRYGAR T., SVĚTLÍK I., *et al.* 2009, Morava River floodplain development during the last millennium, Strážnické Pomoraví, Czech Republic, *The Holocene* 19, p. 499-409
- KALE V.S., 2007, Fluvio-sedimentary response of the monsoon-fed Indian river to Late Pleistocene-Holocene changes on monsoon strength: reconstruction based on existing 14C dates, *Quaternary Science Reviews* 26, p. 1610-1620
- KALICKI T., KRAPIEC M., 1995, Problems of dating alluvium using buried subfossil tree trunks: lessons from the "black oaks" of the Vistula Valley, Central Europe, *The Holocene* 5, p. 243-250
- KALICKI T., SAUCHYK S., CALDERONI G., SIMAKOVA G., 2008, Climatic versus human impact on the Holocene river valleys of different order: examples from the Upper Dnieper basin, Belarus, *Quaternary International* 189, p. 91-105
- KALIS A.J., MERKT J., WUNDERLICH J., 2003, Environmental changes during the Holocene climatic optimum in central Europe-human impact and natural causes, *Quaternary Science Reviews* 22,p.33-79
- KAMPKE A., 1999, Focused imaging of electrical resistivity data in archaeological prospecting, *Journal of Applied Geophysics* 41, p. 215-227
- KELLY, P. M., ADGER, W. N., 2000, Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation, *Climatic change* 47, p. 325-352
- KESEL R.H., 2008, A revised Holocene geochronology for the Lower Mississippi Valley, *Geomorphology* 101, p. 78-89
- KIDDER T., 1996, Perspectives on the geoarchaeology of the Lower Mississippi Valley, *Engineering Geology* 45, p. 305-323
- KIDDER T.R., ADELSBERGER K.A., ARCO L.J., SCHILLING T.M., 2008, Basin-scale reconstruction of the geological context of human settlement: an example from the lower Mississippi Valley, USA, *Quaternary Science Reviews* 27, p. 1255-1270
- KNIGHTON D., 1998, *Fluvial Forms and Processes, A New Perspective*, London : Hodder Education, 383 p.
- KNOX J.C., 1983, Responses of river systems to Holocene climates. In : WRIGHT Jr. H.E, PORTER S.C. (eds), *Late-Quaternary Environments of the United States, Vol. 2: The Holocene*, Minneapolis : University of Minnesota Press, p. 26–41.
- KNOX J.C., 1999, Long-term episodic changes in magnitudes and frequencies of floods in the Upper Mississippi River Valley. In: BROWN A.G., QUINE T.A (eds), *Fluvial processes and environmental change*, British Geomorphological Research Group Symposia Series 13, 1^{ère} edition, Chichester: J. Wiley & Sons Ltd, p. 255-282
- KOLÁŘ T., RYBNÍČEK M., 2011, Dendrochronological and radiocarbon dating of subfossil wood from the Morava river basin, *Geochronometria* 38, p. 155-161
- KROM M.D., STANLEY J.D., CLIFF R.A., WOODWARD J.C., 2002, River Nile sediment fluctuations over the past 7000 years and their key role in sapropel development, *Geology* 30, p. 71-74
- LABROUSSE M., 1964, Inventaire archéologique de Midi-Pyrénées, *Gallia XXII*, p. 451-452

- LABROUSSE M., 1968, *Toulouse antique : des origines à l'établissement des Wisigoths*, Bibliothèque des Ecoles françaises d'Athènes et de Rome, Paris : Boccard, 644 p.
- LACOMBE S. (Ed), 2002, *BLAGNAC, site de CASSAGNA 1 – Z.A.C. Aéroconstellation, Une occupation du Néolithique final/Chalcolithique*, Document Final de Synthèse de Fouille de Sauvetage Urgent, Toulouse : I.N.R.A.P., 133 p.
- LAGANIER R., ARNAUD-FASSETTA G. (eds), 2009, *Les géographies de l'eau, Processus, dynamique et gestion de l'hydrosystème*, Coll. Itinéraires Géographiques, Paris : L'Harmattan, 298 p.
- LAGARRIGUE A., SALGUES T., 2004, La nécropole protohistorique de Saint-Genès (Castelferrus, Tarn-et-Garonne), *Préhistoire du Sud-Ouest* 11, p. 49-80
- LAGARRIGUE A., PONS F., 2008, Mobilier céramique et faciès culturels de la fin de l'âge du Bronze au premier âge du Fer dans le Midi toulousain : l'apport des opérations d'archéologie préventive du programme « Constellation », *Documents d'Archéologie méridionale* 31, p. 55-96
- LAGERÅS P., SANDGREN P., 1994, The Use of Mineral Magnetic Analyses in Identifying Middle and Late Holocene Agriculture – a Study of Peat Profiles in Småland, Southern Sweden, *Journal of Archaeological Science* 21, p. 687-697
- LAMBERT R., 1982, Les crues de la Garonne. In : FERRO M. (Ed), *Une histoire de la Garonne*, Coll. Des fleuves et des hommes, Paris : Ramsay, p. 41-81
- LAMBERT R., 1989a, *Cartographie de la vallée de la Garonne*, Document manuscrit, 25 feuillets
- LAMBERT R., 1989b, Cartographie géomorphologique de la vallée de la Garonne, *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 60, Toulouse, p. 637-648
- LAMBERT R., 1989c, A propos de la Plaine de Rivière: évolution géomorphologique et ressources en eau, *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 60, p. 549-553
- LAMBERT R., PRUNET C., 2000, L'approche géographique de l'Inondation, L'exemple de la Garonne à l'aval de Toulouse. In : BRAVARD J.-P. (Ed), *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques : gestion des excès et de la pénurie*, Coll. Mobilité spatiales, Paris : SEDES, p. 39-53
- LÄMMERMANN-BARTHEL J., NEEB I., HINDERER M., FRECHEN M., 2009, Last glacial to Holocene fluvial aggradation and incision in the southern upper Rhine graben: climatic and neotectonic controls, *Quaternaire* 20, p. 25-34
- LASSERRE J.-C., RISSOAN J.-P., 2002, Le corridor du Val de Saône dans le cadre européen. In : BRAVARD J.-P., COMBIER J., COMMERÇON N. (eds), *La Saône, axe de civilisation*, Lyon : Presses universitaires de Lyon, p. 449-459
- LASSERRE M., VIGREUX T., BASOGE F., et al. 2011, Le site de la fin du Bronze final du Hexenberg à Leutenheim (Bas-Rhin): études sur le paléoenvironnement rhénan et études archéologiques. Résultats préliminaires, *Bulletin de la Société préhistorique française* 108, p. 731-754
- LAVENDHOMME M.-O., 1997, L'occupation du sol de la plaine du Forez (Loire) à la fin du second âge du Fer dans l'Antiquité : données préliminaires, *Revue Archéologique du Centre de la France* 36, p. 131-144
- LE NOHEH C., BATS J.-C., BRUXELLES L., et al. 2005, 82 – Montech, Pôle Bio-énergie de Fromissard, *Rapport de diagnostic*, Toulouse: I.N.R.A.P., 120 p.
- LEHOËRFF A., 2005, Le travail de terrain. In : DEMOULE J.-P., GILIGNY F., LEHOËRFF A., SCHNAPP A. (eds), *Guide des méthodes de l'archéologie*, Guides Repères, Paris : La Découverte, p. 39-85
- LEHOËRFF A., 2011, L'Âge du Bronze est-il une période historique ? In : GARCIA D. (Ed), *L'Âge du Bronze en Méditerranée. Recherches récentes, Actes du Séminaire d'Antiquités nationales et de Protohistoire européenne d'Aix-en-Provence*, Coll. Les Hespérides, Paris : Errance, p. 13-26

- LELOUVIER L.-A. (Ed), 2010, *Gravière de Camps Grands, Pompignan, Tarn-et-Garonne, Rapport de diagnostic*, Toulouse: I.N.R.A.P., 96 p.
- LELOUVIER L.-A., BRUXELLES L. (Ed), 2008, *Le diagnostic archéologique de Pompignan (Haute-Garonne)*, Document Final de Synthèse, Toulouse : I.N.R.A.P., 64 p.
- LEMERCIER O., 2007, La fin du Néolithique dans le sud-est de la France. Concepts techniques, culturels et chronologiques de 1954 à 2004. In : EVIN J. (Ed), *Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire : Congrès Préhistorique de France*, Avignon – Septembre 2004, 3 vol., Paris : Société Préhistorique Française, p. 485-500
- LENORZER S., 2009, *La crémation dans les sociétés protohistoriques du sud de la France, Approche archéo-anthropologique des nécropoles à incinération du Bronze final à l'âge du Fer en Languedoc occidental et Midi-Pyrénées*, Coll. Monographie d'Archéologie Méditerranéenne, Lattes : Association pour le développement de l'archéologie en Languedoc-Roussillon, CNRS, 281 p.
- LEOPOLD M., PLÖCKL T., FORSTENAICHER G., VÖLKE J., 2010, Integrating pedological and geophysical methods to enhance the informative value of an archaeological prospection – The example of a Roman *villa rustica* near Regensburg, Germany, *Journal of Archaeological Science* 37, p. 1731-1741
- LEROI-GOURHAN A. (Ed), 2005, *Dictionnaire de la Préhistoire*, 2^{ème} édition, Presse Universitaire de France, Paris : Quadriga, 1278 p.
- LEROY S.A.G., MARRET F., GIBERT E., *et al.* 2007, River inflow and salinity changes in the Caspian Sea during the last 5500 years, *Quaternary Science Reviews* 26, p. 3359-3383
- LEROYER C., PASTRE J.-F., FONTUGNE M., LIMONDIN-LOZOUET N., 1997, Le Tardiglaciaire et le début de l'Holocène dans le bassin aval de la Marne (Seine-et-Marne, France) : chronostratigraphie et environnement des occupations humaines. In : ROBERT B. (Ed), *L'analyse spatiale des sites du Néolithique à l'âge du Fer, Actes du 119^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques*, Amiens, 26-30 octobre 1984, Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 151-164
- LEROYER C., ALLENET G., 2006, L'anthropisation du paysage végétal d'après les données polliniques : l'exemple des fonds de vallées du Bassin Parisien. In : ALLÉE P., LESPEZ L. (eds), *L'Érosion entre Société, Climat et Paléoenvironnement, Table ronde en l'honneur du Professeur René Neboit-Guilhot, Clermont-Ferrand, 25-26-27 mars 2004*, Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise-Pascal, p. 63-72
- LESPEZ L. (Ed), 2011, Géoarchéologie dans l'Ouest de la France, *Noréis* n°220, 190 p.
- LESPEZ L., CLET-PELLERIN M., LIMONDIN-LOZOUET N., *et al.* 2005, Discontinuités longitudinales des dynamiques sédimentaires holocènes dans les petites vallées de l'ouest du Bassin Parisien, Exemple de la Mue (Basse-Normandie), *Quaternaire* 16, p. 273-298
- LEVEAU P., 1998, Echelles d'anthropisation et archéologie des campagnes de Gaule du Sud à l'époque romaine, *Méditerranée* 90, p. 17-26.
- LEVEAU P., 1999, L'hydrologie du Rhône, les aménagements du chenal et la gestion territoriale de ses plaines en aval d'Orange, *Gallia* 56, p. 99-108
- LI Y., ZHOU L., CUI H., 2008, Pollen indicators of human activity, *Chinese Science Bulletin* 53, p. 1281-1293
- LIMONDIN-LOZOUET N., BRIDAULT A., LEROYER C., *et al.* 2002, Évolution des écosystèmes de fond de vallée en France septentrionale au cours du Tardiglaciaire : l'apport des indicateurs biologiques. In : BRAVARD J.-P., MAGNY M. (eds), *Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*, Paris : Errance, p. 45-62

- LIMONDIN-LOZOUET N., GAUTHIER A., ANTOINE P., *et al.* 2006, Variabilité de l'impact climatique sur les biocénoses de milieux fluviaux à la transition Tardiglaciaire/Holocène dans le nord de la France. In : ALLÉE P., LESPEZ L. (eds), *L'Érosion entre Société, Climat et Paléoenvironnement, Table ronde en l'honneur du Professeur René Neboit-Guilhot, Clermont-Ferrand, 25-26-27 mars 2004*, Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise-Pascal, p. 73-84
- LONGIARU S., 1987, Visual Comparators for Estimating the Degree of Sorting from Plane and Thin Section: RESEARCH METHOD PAPER, *Journal of Sedimentary Research* 57, 791-794
- LÓPEZ-AVILÉZ A., ASHWORTH PH. J., MACKLIN M.G., 1998, Floods and Quaternary Sedimentation Style In a Bedrock-controlled Reach of the Bergantes River, Ebro Basin, Northeast Spain. In : BENITO G., BAKER V.R., GREGORY K.J. (eds), *Palaeohydrology and Environmental Change*, Chichester : J. Wiley & Sons Ltd, p. 181-196
- LUMLEY M.A. de, 1976, Les Anténéandertaliens dans le Sud. In : LUMLEY H. de (Ed), *La Préhistoire Française. 1. Les Civilisations paléolithiques et mésolithiques*, 2 vol., Paris : CNRS Éditions, p. 547-560
- MACAIRE J.-J., DI-GIOVANNI C., HINSCHBERGER F., 2005, Relations entre production organique et apports terrigènes dans les sédiments fluviaux holocènes : observations et conclusions hétérodoxes, *Comptes Rendus Géoscience* 337, p. 735-744
- McCOY M.D., LADEFOGED T.N., 2009, New developments in the use of spatial technology in archaeology, *Journal of Archaeological Research* 17, p. 263-295
- MACÉ S., VEROT-BOURELY A., BRAVARD J.-P., 1993, Genèse et fonctionnement holocène de la plaine alluviale du Rhône à l'amont de Lyon. In : Collectif, *116^e Congrès national des Sociétés savantes, Préprotohistoire, Chambéry 1991*, Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 17-31
- MACKLIN M. G., FULLER I. C., LEWIN J., *et al.* 2002, Correlation of fluvial sequences in the Mediterranean basin over the last 200ka and their relationship to climate change, *Quaternary Science Reviews* 21, p. 1633-1641
- MACKLIN M.G., BENITO G., GREGORY K.J., *et al.* 2006, Past hydrological events reflected In the Holocene fluvial record of Europe, *Catena* 66, p. 145-154
- MADOLE R.F., 1995, Spatial and temporal patterns of late quaternary eolian deposition, Eastern Colorado, U.S.A., *Quaternary Science Review* 14, p. 155-177
- MAGIERA T., STRZYSZCZ Z., KAPICKA A., PETROVSKY E., 2006, Discrimination of lithogenic and anthropogenic Influences on topsoil magnetic susceptibility In Central Europe, *Geoderma* 130, p. 299-311
- MAGNIN F., 1993, *Trochoidea geyeri* (Soós, 1926) (Pulmonata, Helicidae) in southeastern France: ecology, biogeography and Quaternary history, *Scripta Geol., Spec. Issue 2*, Leiden, p. 291-295
- MAGNY M., 1992, Sédimentation et dynamique de comblement dans les lacs du Jura au cours des 15 derniers millénaires, *Revue d'archéométrie* 16, p. 27-49
- MAGNY M., 1995, *Une histoire du climat, des derniers mammoths au siècle de l'automobile*, Coll. Des Hespérides, Paris : Errance, 176 p.
- MAGNY M., 2004, Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements, *Quaternary International* 113, p. 65-79
- MAGNY M., RICHARD H., 1992, Essai de synthèse vers une courbe de l'évolution du climat entre 500 BC et 500 AD, *Nouvelles de l'Archéologie* 50, p. 58-60

- MAGNY M., BÉGEOT C., GUIOT J., PEYRON O., 2003, Contrasting patterns of hydrological changes In Europe In response to Holocene climate cooling phases, *Quaternary Science Reviews* 22, p. 1589-1596
- MAGNY M., BOSSUET G., GAUTHIER E., *et al.* 2007, Variations du climat pendant l'Âge du Bronze au Centre-Ouest de l'Europe : vers l'établissement d'une chronologie à haute résolution. In : RICHARD H., MAGNY M., MORDANT M. (eds), *Environnements et cultures de l'Âge du Bronze en Europe occidentale, 12^e congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Besançon, 2004*, Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 13-28
- MAGNY M., PEYRON O., 2008, Variations climatiques et histoire des sociétés à l'Âge du Bronze au nord et au sud des Alpes. In : GUILAINE J. (Ed), *Villes, villages, campagnes de l'Âge du Bronze*, Paris : Errance, p. 161-176
- MAGNY M., PEYRON O., GAUTHIER E., *et al.* 2009, Quantitative reconstruction of climatic variations during the Bronze and early Iron ages based on pollen and lake-level data in the NW Alps, France, *Quaternary International* 200, p. 102-110
- MAHER B.A., 1986, Characterisation of soils by mineral magnetic measurements, *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 42, p. 76-92
- MAKASKE B., 2001, Anastomosing rivers: a review of their classification, origin and sedimentary products, *Earth-Science Reviews* 53, p. 149-196
- MALAVOI J.-R., BRAVARD J.-P., 2010, *Éléments d'hydromorphologie fluviale*, Onéma (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques), 224 p. [consulté le 12 janvier 2011]. Disponible sur <http://www.onema.fr/hydromorphologie-fluviale>
- MANEN C., MARCHAND G., CARVALHO A., 2007, Le Néolithique ancien de la péninsule Ibérique: vers une nouvelle évaluation du mirage africain?. In : EVIN J. (Ed), *Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire : Congrès Préhistorique de France*, Avignon – Septembre 2004, 3 vol., Paris : Société Préhistorique Française, p. 133-151
- MARCHAND G., 2000, La néolithisation de l'ouest de la France: aires culturelles et transferts techniques dans l'industrie lithique, *Bulletin de la Société préhistorique française* 97, p. 377-403
- MARCHAND G., 2003, Les zones de contact Mésolithique/Néolithique dans l'Ouest de la France : définition et implications. In : GONCALVES V.S. (Ed), *Muita gente, poucas antas ? Origens, espaços e contextos do Megalitismo, Actas do II Coloquio Internacional sobre Megalitismo*, Trabalhos de Arqueologia 25, Lisboa : Instituto Português de Arqueologia, p. 181-197
- MARCHAND G., 2005, Contacts, blocages et filiations entre les aires culturelles mésolithiques et néolithiques en Europe atlantique, *L'Anthropologie* 109, p. 541-556
- MARCHAND G., MANEN C., 2007, Le rôle du Néolithique ancien méditerranéen dans la néolithisation de l'Europe atlantique. In : FOUÉRE P., CHEVILLOT C., COURTAUD P., FERULLO O., LEROYER C. (eds), *Paysages et peuplement. Aspects culturels et chronologiques en France méridionales, VI^e Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, Périgueux 2004*, Périgueux : Coédition Association pour le Développement de la Recherche Archéologique et Historique en Périgord et Préhistoire du Sud-ouest, p. 213-232
- MARCHETTI M., 2002, Environmental changes In the central Po Plain (northern Italy) due to fluvial modifications and anthropogenic activities, *Geomorphology* 44, p. 361-373
- MARINVAL P., 1994, Economie végétale aux âges du Bronze et du Fer en France du sud-ouest, *Aquitania* 12, p. 27-54
- MARINVAL P., BOUBY L., 1997, Données sur l'économie végétale du Cluzel au Premier Age du Fer (Toulouse, Haute-Garonne), *Aquitania* 15, p. 67-71

- MARSAC P., 2001a, *Le site de Ferrié (Blagnac – Haute-Garonne), ZAC « Aéroconstellation » Phase 1*, Document Final de Synthèse d'Évaluation Archéologique, Toulouse : A.F.A.N. Grand Sud-Ouest, 21 p.
- MARSAC P., 2001b, *Le site de Ganellou (Blagnac – Haute-Garonne), ZAC « Aéroconstellation » Phase 1*, Document Final de Synthèse d'Évaluation Archéologique, Toulouse : A.F.A.N. Grand Sud-Ouest, 17 p.
- MARTIN CÓLLIGA A., VILLALBA IBAÑEZ M.J., 1999, Le Néolithique Moyen de la Catalogne. In : VAQUER J. (Ed), *Le Néolithique du nord-ouest méditerranéen, Actes du XXIVe Congrès Préhistorique de France, Carcassonne, 1994*, Paris : Société Préhistorique Française, p. 211-224
- MASSENDARI J. (Ed), 2006, *Carte Archéologique de la Gaule 31/1 : La Haute-Garonne (hormis le Comminges et Toulouse)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, 399 p.
- MASSON M., 1983, Essai de cartographie des champs d'inondation par photo-interprétation, Rapport, Aix-en-Provence : CÉTÉ Méditerranée-STU, 47 p.
- MAVÉRAUD-TARDIVEAU H. (Ed), 2007a, *Carte Archéologique de la Gaule 82 : Le Tarn-et-Garonne*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, 226 p.
- MAVÉRAUD-TARDIVEAU H., 2007b, L'âge du Fer. In : MAVÉRAUD-TARDIVEAU H. (Ed), *Carte Archéologique de la Gaule 82 : Le Tarn-et-Garonne*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, p. 49-52
- MAVÉRAUD-TARDIVEAU H., VIGOUROUX A., 2007, L'Antiquité. In : MAVÉRAUD-TARDIVEAU H. (Ed), *Carte Archéologique de la Gaule 82 : Le Tarn-et-Garonne*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, p. 53-56
- MAZIER F., 2006, *Modélisation de la relation entre pluie pollinique actuelle, végétation et pratiques pastorales en moyenne montagne (Pyrénées et Jura), Application pour l'interprétation des données polliniques fossiles*, Thèse : Sciences de la Vie et de l'Environnement : Université de Franche-Comté/Université de Neuchâtel, 243p.
- MAZURIÉ DE KEROUALIN K., 2003, Modèle de frontière, modèle de la vague d'avance: acculturation et colonisation lors de la première néolithisation européenne. In : BESSE M., STAHL GRETSCH L.-I., CURDY P. (eds), *ConstellaSion, Hommage à Alain Gallay*, Lausanne : Cahier d'Archéologie romande 95 [réf. du 7 novembre 2011], p. 89-113. Disponible sur <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:17340>
- MEGGERS B. J., 1971, *Amazonia: man and culture in a counterfeit paradise*, Atherton: Aldine, 182 p.
- MEKO D.M., WOODHOUSE C.A., BAISAN, C. A., et al. 2007, Medieval drought in the upper Colorado River Basin, *Geophysical Research Letters* 34, L10705, doi:10.1029/2007GL029988, 5 p.
- MÉROC L., 1967, Informations archéologiques, circonscription de Midi-Pyrénées, *Gallia-Préhistoire* 10, p. 359-420
- MÉROC L., SIMONNET G., 1970, Le Chasséen de la haute et de la moyenne vallée de la Garonne. In : Collectif, *Les civilisations néolithiques du Midi de la France, Actes du Colloque de Narbonne 15-17 fév. 1970*, Carcassonne : Laboratoire de préhistoire et de paléthnologie, p. 38-47
- METCHNIKOFF L., 1889, *La civilisation et les grands fleuves historiques*, Paris : Hachette, 376 p.
- MIALl A. D., 2000, *Principles of Sedimentary Basin Analysis*, 3rd edition, Berlin Heidelberg : Springer, 616 p.
- MIALl A. D., 2006, *The Geology of Fluvial Deposits, Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*, 4th corrected printing, Berlin Heidelberg : Springer, 582 p.

- MICHEL F., 2008, *Le tour de France d'un géologue, Nos paysages ont une histoire*, Orléans : BRGM Éditions, 383 p.
- MIGEON W. (Ed), 1997, *ONDES, lieu-dit LES CRESPIYS, Exploitation de sables et graviers, Document Final de Synthèse de Prospection-Sondages Archéologiques*, Toulouse : I.N.R.A.P., 7 p.
- MILCENT P.-Y., 2006, Le Toulousain du début de l'âge du Fer aux premières implantations romaines (VIII^e-II^e siècles av. J.-C.). In : MASSENDARI J. (Ed), 2006, *Carte Archéologique de la Gaule 31/1 : La Haute-Garonne (hormis le Comminges et Toulouse)*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'homme, p. 48-56
- MILLET D., 2001, *Le Paléolithique Inférieur en Aquitaine méridionale, Contribution à l'étude typo-technologique du Paléolithique Inférieur de l'axe garonnais, de l'Albigeois et du Bas-Armagnac*, Thèse : Histoire de l'art : Université de Toulouse-Le Mirail, 647 p.
- MIRAMONT C., 1996, L'apport de la dendrochronologie en géomorphologie et dans la reconstitution des paléoenvironnements, *Méditerranée* 85, p. 63-66
- MOHEN J.-P., 1980, L'Age du Fer en Aquitaine, du VIII^e au III^e siècle av. J.-C., *Mémoires de la Société Préhistorique Française* 14, 342 p.
- MOHEN J.-P., 2006, Climat et néolithisation de l'Europe méditerranéenne, *Comptes Rendus Palevol* 5, p. 453-462
- MOHEN J.-P., BEECHING A., MARTINEZ R., 1991, Le Chasséen de style «Bougon». In : BEECHING A. (Ed), *Identité du Chasséen, Actes du Colloque International de Nemours (17-19 mai 1989)*, *Mémoires du Musée de Préhistoire d'Île-de-France* 4, Nemours : APRAIF, p. 109
- MOHEN J.-P., TABOREN Y., 2009, *Les sociétés de la Préhistoire*, Coll. HU Histoire Université, Paris : Hachette Supérieur, 335 p.
- MONTGOMERY D.R., 2008, Dreams of Natural Streams, *Science* 18, p. 291-292
- MONTGOMERY D.R., PIÉGAY H., 2003, Wood in rivers: Interactions with channel morphology and processes, Editorial, *Geomorphology* 51, p. 1-5
- MORALES HIDALGO J.I., FONTANALS TORROJA M., OMS ARIAS F.X. *et al.*, 2010, La chronologie du Néolithique ancien cardial du nord-est de la Péninsule Ibérique. Datations, problématique et méthodologie, *L'Anthropologie* 114, p. 427-444
- MORET P., 2002, Tolosa, capital des Volques Tectosages. In : PAILLER J.-M. (Ed), *Tolosa, Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Coll. De l'Ecole Française de Rome-281, Rome, p. 80-92
- MORET P., MULLER A., VIDAL M., 2002, Le Bronze Final et le premier âge du Fer. In : PAILLER J.-M. (Ed), *Tolosa, Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Coll. De l'Ecole Française de Rome-281, Rome, p. 64-76
- MOULINE M.-P., 1973, *La sédimentation calcaire dans les complexes fluviolacustres entre le dôme de la Grésigne et la Montagne Noire*, Bulletin du Centre de Recherche de Pau, Bulletin SNPA, Tome 7, Pau, p. 207-238
- MOULINE M.-P., 1989, *Sédimentation continentale en zone cratonique : le Castrais et l'Albigeois au Tertiaire*, Thèse : Géologie : Université de Bordeaux 3, 2 vol., 878 p.
- MULLER A., 1989, A propos des puits funéraires de la Gaule préromaine et romaine, *Bulletin Archéologique de Provence* 18, p. 26-38
- MULLER A., 1998, L'oppidum du Cluzel (Toulouse) du Bronze final à l'Âge du Fer, *Aquitania* 15, p. 27-71

- MULLER E., GUILLOY-FROGET H., BARSOUM N., BROCHETON L., 2002, *Populus nigra* en vallée de Garonne: legs du passé et contraintes du présent, *C. R. Biologies* 325, p. 1129-1141
- MURAT L., 2007, *CORDES-TOLOSANES, Abbaye de BELLEPERCHE*, Rapport de Suivi Archéologique de Travaux, Toulouse : Hadès, 26 p.
- MUXART T., VIVIEN F-D., VILLALBA B., BURNOUF J. (eds), 2004, *Des milieux et des hommes : fragments d'histoires croisées*, Coll. Environnement, Paris : Elsevier Masson, 214 p.
- NAUDET F., 2001, *Carte Archéologique de la Gaule 94 : Le Val-de-Marne*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'Homme, 168 p.
- NAUDET F., 2004, *Carte Archéologique de la Gaule 91 : L'Essonne*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'Homme, 300 p.
- NICOLLS K., 2004, Recent environmental change and prehistoric human activity in Egypt and Northern Sudan, *Quaternary Science Reviews* 23, p. 561-580
- NOTEBAERT B., VERSTRAETEN G., 2010, Sensitivity of West and Central European river systems to environmental changes during the Holocene: A review, *Earth-Science Reviews* 103, p. 163-182
- OLLIVE V., PETIT C., GARCIA J.-P., REDDÉ M., 2006, Rhine flood deposits recorded in the Gallo-Roman site of Oedenburg, *Quaternary International* 150, p. 28-40
- OLLIVE V., PETIT C., GARCIA J.-P., et al. 2008, Roman Rhine settlement dynamics evidenced by coin distribution in a fluvial environment (Oedenburg, Upper Rhine, France), *Journal of Archaeological Science* 35, p. 643-654
- OTTE M., 1996, *Le paléolithique inférieur et moyen en Europe*, Paris : Armand Colin, 296 p.
- PAILLER J.-M. (Ed), 2002, *Tolosa, Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Coll. De l'Ecole Française de Rome-281, Rome, 601 p.
- PANCIN S. (Ed), 2011, *Pompignan, Tarn-et-Garonne, Borde-Grande, Route d'Ondes*, Rapport de diagnostic, Toulouse : I.N.R.A.P., 62 p.
- PARDE M., 1953, Sur les Inondations en Aquitaine, Spécialement dans le bassin de la Garonne, A propos de la grande crue de février 1952, *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 24, p. 163-257
- PARKER A.G., LUCAS A.S., WALDEN J., et al. 2008, Late Holocene geoarchaeological Investigation of the Middle Thames floodplain at Dorney, Buckinghamshire, UK: An evaluation of the Bronze Age, Iron Age, Roman and Saxon landscapes, *Geomorphology* 101, p. 471-483
- PASTRE J.-F., FONTUGNE M., KUZUCUOGLU C., et al. 1997, L'évolution tardi et postglaciaire des lits fluviaux au nord-est de Paris (France). Relations avec les données paléoenvironnementales et l'impact anthropique sur les versants/The evolution of river beds in the North-East region of Paris (France) during the Lateglacial and the Holocene. Relation to the palaeoenvironments and to the human impact on the slopes, *Géomorphologie: relief, processus, environnement* 3, p. 291-312.
- PASTRE J.-F., LEROYER C., LIMONDIN-LOZOUET N., et al. 2000, Le Tardiglaciaire des fonds de vallée du Bassin Parisien (France)[The Late-Glacial from the Paris basin floodplains (France)], *Quaternaire* 11, p. 107-122
- PASTRE J.-F., LEROYER C., LIMONDIN-LOZOUET N., et al. 2002, Variations paléoenvironnementales et paléohydrologiques durant les 15 derniers millénaires : les réponses morphosédimentaires des vallées du Bassin Parisien (France). In : BRAVARD J.-P., MAGNY M. (eds), *Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*, Paris : Errance, p. 29-44

- PASTRE J.-F., LIMONDIN-LOZOUET N., LEROYER C., *et al.* 2003a, River system evolution and environmental changes during the Lateglacial in the Paris Basin (France), *Quaternary Science Reviews* 22, p. 2177-2188
- PASTRE J.-F., LEROYER C., LIMONDIN-LOZOUET N., *et al.* 2003b, Quinze mille ans d'environnement dans le Bassin parisien (France) : mémoires sédimentaires des fonds de vallées. In : MUXART T., VIVIEN F.D., VILLALBA D., BURNOUF J. (eds), *Des milieux et des hommes : Fragments d'histoires croisées*, Coll. « Environnement », Paris : Elsevier, p. 43-55
- PASTRE J.-F., ORTH P., LEJEUNE Y., BENSADOUNE S., 2006, L'homme et l'érosion dans le Bassin parisien. In : ALLÉE P., LESPEZ L. (eds), *L'Érosion entre Société, Climat et Paléoenvironnement, Table ronde en l'honneur du Professeur René Neboit-Guilhot, Clermont-Ferrand, 25-26-27 mars 2004*, Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise-Pascal, p. 237-247
- PATI P., PARKASH B., AWASTHI A.K., ACHARYA V., 2011, Holocene techno-geomorphic evolution of parts of the Upper and Middle Gangetic plains, India, *Geomorphology* 128, p. 1148-170
- PERRIN T., 2008, La néolithisation de la vallée du Rhône et de ses marges. In : GRIMALDI S., PERRIN T. (eds), *Mountain environments in Prehistoric Europe: settlement and mobility strategies from the Palaeolithic to the Early Bronze Age. Actes du XVe Congrès Mondial de l'UISPP, Lisbonne, Portugal, 4-9 septembre 2006*, BAR International Series 1885 p. 121-130
- PERRIN T., BELLOT-GURLET L., JEDIKIAN-CAP G., 2006, Les productions laminaires du gisement de Saint-Michel-du-Touch (Toulouse, Haute-Garonne). In : VAQUER J. (Ed), *La fin de l'Âge de Pierre en Europe du Sud. Matériaux et productions lithiques taillées remarquables dans le Néolithique et le Chalcolithique du sud de l'Europe. Actes de la table ronde de l'EHESS (Carcassonne 5-6 septembre 2003)*, Paris : Archives d'Écologie Préhistorique, p. 85-103
- PERROY R.L., BOOKHAGEN B., CHADWICK O.A., HOWARTH J.T., 2012, Holocene and Anthropocene Landscape Change: Arroyo Formation on Santa Cruz Island, California, *Annals of the Association of American Geographers* 102, p. 1229-1250
- PETITJOHN F.J., POTTER P.E., SIEVER R., 1987, Sand and sandstones, 2nd edition, Berlin-Heidelberg-New-York: Springer, 553 p.
- PHILLIPPS R., HOLDAWAY S., WENDRICH W., CAPPERS R., 2012, Mid-Holocene occupation of Egypt and global climatic change, *Quaternary International* 251, p. 64-76
- PIANA J., CARCAUD N., CYPRIEN-CHOUIN A.-L., *et al.* 2009, Dynamique paysagère Tardiglaciaire et Holocène dans la vallée du Loir à Pezou (Loir-et-Cher) : Développements méthodologiques et premiers résultats, *Noréis* 213, p. 73-88
- PIÉGAY H., SCHUMM S.A., 2003, System Approaches in Fluvial Geomorphology. In : KONDOLF G.M., PIÉGAY H. (eds), *Tools in fluvial geomorphology*, Chichester : J. Wiley & Sons Ltd, p. 105-134
- POIGNANT S. (Ed), 1997, *ONDES, lieu-dit LES CRESPIYS, Exploitation de sables et graviers*, Document Final de Synthèse de Sauvetage Urgent, Toulouse : I.N.R.A.P., 12 p.
- PONS Fabrice (Ed), 2006, *ZAC Andromède - Phase 5 (Blagnac - Haute-Garonne)*, Rapport de Diagnostic, I.N.R.A.P., S.R.A. Midi-Pyrénées, 163 p.
- PONS Fabrice, LACOMBE Sébastien, 2001a, *BLAGNAC, site de CASSAGNA 1* : D.F.S. d'Evaluation Archéologique, 21p.
- PONS Fabrice, LACOMBE Sébastien, 2001b, *BLAGNAC, site de CASSAGNA 2* : D.F.S. d'Evaluation Archéologique, 21p.
- PONS F., LAGARRIGUE A., 2002, *BLAGNAC, le site Protohistorique de CASSAGNA 3 – ZAC Aéroconstellation, Un habitat de plein air du Bronze ancien dans le Midi*, Document Final de Synthèse de Sauvetage Programmé, Toulouse : I.N.R.A.P. – S.R.A. Midi-Pyrénées, 71 p.

- PONS F., BEVILACQUA R., BRUXELLES L., *et al.* 2003, *CASTELNAU-D'ESTRETEFONDS, le site Néolithique de FONTREAL* : DFS de Fouilles Préventives, Toulouse : I.N.R.A.P. – S.R.A. Midi-Pyrénées, 108 p.
- PONS F., SALGUES T., BEVILACQUA R., *et al.* 2004, Le site néolithique de Fontréal. Un exemple d'occupation en zone humide dans la vallée de la Garonne, *Préhistoire du Sud-Ouest* 11, p. 173-215
- PONS F., BRUXELLES L., SALGUES T., 2005a, *ZAC Andromède – Grand Noble (Blagnac – Haute-Garonne), Structures protohistoriques d'approvisionnement en eau dans la basse terrasse de la Garonne, Rapport de Fouille*, Toulouse: I.N.R.A.P., 92p.
- PONS F., BRUXELLES L., LAGARRIGUE A., *et al.* 2005b, *Beauzelle – Blagnac, lieux-dits Coinays, Pinot, Grand-Noble, Le Barricou, Z.A.C. Andromède – Phase 4, Rapport de Diagnostic*, Toulouse : I.N.R.A.P., 122 p.
- POSEY D.A., 1985, Indigenous management of tropical forest ecosystems: the case of the Kayapo Indians of the Brazilian Amazon, *Agroforestry Systems* 3, p. 139-158
- POSEY D.A., 1998, Diachronic ecotones and anthropogenic landscapes in Amazonia: Contesting the consciousness of conservation. In : BALÉE W. (Ed.) *Advances in historical ecology*, New-York : Columbia Univ. Press, p. 104-118
- PRATVIEL T., 1989, *Inventaire archéologique du canton de Verdun-sur-Garonne et occupation du sol*, Mémoire de Maîtrise : Histoire, Histoire de l'Art et Archéologie : Université Toulouse-Le Mirail, 2 vol., 270 p.
- PROVANSAL M., MORHANGE C., 1994, Seuils climatiques et réponses morphogéniques en Basse-Provence depuis 5000 ans [Climatic threshold and morphogenesis in Basse-Provence since 5000 years], *Quaternaire* 5, p. 113-118
- PROVANSAL M., BERGER J.-F., BRAVARD J.-P., *et al.* 1999, Le régime du Rhône dans l'Antiquité et au Haut Moyen Âge, *Gallia* 56, p. 13-32
- PROVANSAL M., BRUNETON H., VELLA C., *et al.* 2002, Paléo-hydrologie holocène dans la basse vallée du Rhône, d'Orange à la mer. In : BRAVARD J.-P., MAGNY M. (eds), *Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*, Paris : Errance, p. 251-258
- PROVOST M., 1988a, *Carte archéologique de la Gaule 44: La Loire-Atlantique*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'Homme, 177 p.
- PROVOST M., 1988b, *Carte archéologique de la Gaule 45: Le Loiret*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'Homme, 249 p.
- PY M., 2003, Les Celtes du Midi. In : BATS M. (Ed), *Peuples et territoires en Gaule méditerranéenne, Hommage à Guy Barruol*, Revue Archéologique de Narbonnaise, Suppl. 35, Montpellier : Presses Universitaires de la Méditerranée, p. 303-321
- QIN J., TAYLOR D., ATAHAN P., *et al.* 2011, Neolithic agriculture, freshwater resources and rapid environmental changes on the lower Yangtze, China, *Quaternary Research* 75, p. 55-65
- QUILLIEC B., 2005, Echanges et circulation des techniques en Europe atlantique à l'âge du Bronze : une modélisation à partir des données archéologiques recueillies sur les épées, *M@ppemonde* 80, 7p.
- RANCHÉ C., BRUXELLES L., JARRY M., LEA V., 2006, *Seilh « Château Percin », Rapport de diagnostic*, Toulouse: I.N.R.A.P., 37 p.
- RAVAZZI C., MARCHETTI M., ZANON M., *et al.* 2013, Lake evolution and landscape history in the lower Mincio River valley, unravelling drainage changes in the central Po Plain (N-Italy) since the Bronze Age, *Quaternary international* 288, p. 195-205

- RAYNAUD C., 2003, De l'archéologie à la géographie historique : le système de peuplement de l'âge du Fer au Moyen Age en France méditerranéenne. In : BATS M. (Ed), *Peuples et territoires en Gaule méditerranéenne, Hommage à Guy Barruol*, Revue Archéologique de Narbonnaise, Suppl. 35, Montpellier : Presses Universitaires de la Méditerranée, p. 323-354
- REILLE M., 1990, *Leçons de palynologie et d'analyse pollinique*, Paris : CNRS Éditions, 206 p.
- REILLE M., LOWE J.J., 1993, Re-evaluation of the vegetation history of the eastern Pyrenees (France) from the end of the last glacial to the present, *Quaternary Science Reviews* 12, p. 47-77
- RENAULT-MISKOVSKY J., KANIEWSKY D., 2005, Cadres chrono-culturels et paléoécologie du Paléolithique moyen et supérieur en Europe. In : VIALOU D., RENAULT-MISKOVSKY J., PATOU-MATHIS M. (eds), *Comportements des hommes du Paléolithique moyen et supérieur en Europe : territoires et milieux. Actes du Colloque du G.D.R. 1945 du C.N.R.S. de Paris, 8-11 janvier 2003*, Liège : Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège 111, p. 9-15
- REQUI C. (Ed), 1999, *Site de l'OURMEDE, Castelnau d'Estrétefonds (Haute-Garonne), DFS de Sauvetage Programmé*, A.F.A.N., S.R.A. Midi-Pyrénées, 57 p.
- REQUI C., VEYSSIERE F., 2003, *TOULOUSE, 79 rue du Férétra*, Rapport de Diagnostic Archéologique, S.R.A. Midi-Pyrénées, 12p.
- REVEL J.-C., BOURGEAT F., PAQUET H., 1978, Pédogénèses quaternaires dans la région toulousaine. Les loess et leurs colluvions comme marqueur chronologique, *Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire* 15, p. 179-185
- REVEL J.-C., BOURGEAT F., CROUZEL F., PUISSEGUR J.J., 1979, Pédogénèse et morphogénèse sur les loess wurmiens de la région toulousaine, *Extrait du Bulletin de la Société Naturelle de Toulouse* 115, p. 293-315
- RICHARD H., 1999, La palynologie. In : FERDIÈRE A. (Ed), *La botanique*, Coll. « Archéologiques », Paris : Errance, p. 9-42
- RIEUCAU L., 1971, Des arbres fossiles dans la basse plaine de la moyenne Garonne, *Comptes-Rendus et Sommaires de la Société Géologique De France* 6, p. 317-319
- RITTWEGER H., 2000, The "BlackFloodplain Soil" in the Amöneburger Becken, Germany: a lower Holocene marker horizon and indicator of an upper Atlantic to Subboreal dry period in Central Europe?, *Catena* 41, p. 143-164
- RODIER X., 2006, L'archéologue et la carte, *M@ppemonde* 83 [consulté le 13 novembre 2013]. Disponible sur <http://mappemonde.mgm.fr/num11/edito.html>
- RODRIGUEZ P., 1994, La malacologie : contribution à la paléoécologie et la chronologie des habitats magdaléniens. In : TABORIN Y. (Ed), *Environnement et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin Parisien*, *Document d'Archéologie Française* 43, Paris, p. 39-57
- ROGERET L., 1998, *Carte Archéologique de la Gaule 76 : La Seine-Maritime*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'Homme, 662 p.
- ROMAN Y., 1983, La date d'installation des Celtes dans les vallées de l'Aude et de la Garonne. In : Collectif, *Le Lauragais, Histoire et Archéologie, Actes du LIV^e Congrès de la Fédération historique du Languedoc méditerranéen et du Roussillon et du XXXVI^e Congrès de la Fédération des Sociétés académiques et savantes de Languedoc-Pyrénées-Gascogne (Castelnaudary, 13-14 juin 1981)*, Montpellier : Fédération historique du Languedoc méditerranéen et du Roussillon, p. 23-27
- ROSAS A., 1997, A gradient of size and shape for the Atapuerca sample and Middle Pleistocene hominid variability, *Journal of Human Evolution* 33, p. 319-331

- ROUSSOT-LAROQUE J., 1992, Néolithisation et Néolithique ancien du Sud-Ouest Atlantique, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 79, p. 66-67
- ROY N.G., SINHA R., GIBLING M.R., 2012, Aggradation, incision and interfluvial flooding in the Ganga Valley over the past 100,000 years: Testing the influence of monsoonal precipitation, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 356-357, p. 38-53
- SALGUES T., BRUXELLES L., LAGARRIGUE A., MARTIN H., 2005, *BLAGNAC, lieu-dit PINOT, « ZAC Andromède » - Les témoins d'une occupation de la vallée de la Garonne à la fin de l'âge du Bronze*, Rapport Final de Fouille, 76 p.
- SALMON C., ARNOUX T., 2005, *Un site néolithique à Lagoutoul, Grenade (Haute-Garonne)*, Document Final de Synthèse, Toulouse: I.N.R.A.P., 47 p.
- SALVADOR P.-G., VÉROT-BOURRELY A., BRAVARD J.-P., *et al.* 2002, Les crues du Rhône à l'époque gallo-romaine dans la région lyonnaise. In : BRAVARD J.-P., MAGNY M. (eds), *Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*, Paris : Errance, p. 215-221
- SALVADOR P.-G., BERGER J.-F., FONTUGNE M., GAUTHIER E., 2005, Etude des enregistrements sédimentaires des paléoméandres du Rhône dans le secteur des Basses Terres (Ain, Isère, France), *Quaternaire* 16, p. 315-327
- SALVADOR P.-G., ARNAUD-FASSETTA G., CARCAUD N., *et al.* 2009, Dynamique fluviale holocène et géoarchéologie. In : LAGANIER R., ARNAUD-FASSETTA G. (eds), *Les géographies de l'eau : Processus, dynamique et gestion de l'hydrosystème*, Paris : L'Harmattan, p. 181-228
- SAMOUELIAN A., COUSIN I., TABBAGH A., *et al.*, 2005, Electrical resistivity survey in soil science: review, *Soil and Tillage Research* 83, p. 173-193
- SANCHO C., PEÑA J.L., MUÑOZ A., *et al.* 2008, Holocene alluvial morphopedosedimentary record and environmental changes in the Bardenas Reales Natural Park (NE Spain), *Catena* 73, p. 225-238
- SANCHO C., MUÑOZ A., GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ P., SINTA OSÁCAR M., 2011, Paleoenvironmental interpretation of Late Pleistocene-Holocene morphosedimentary record in the Valsalada saline wetlands (Central Ebro Basin, NE Spain), *Journal of Arid Environments* 75, p. 742-751
- SANTISTEBAN J.I., SCHULTE L., 2007, Fluvial network of the Iberian Peninsula: a chronological framework, *Quaternary Science Reviews* 26, p. 2738-2757
- SAVES G., FOUET G., 1971, *TOULOUSE, le gué antique dans la Garonne (Gué du BAZACLE) – Découvertes de son Aménagement et d'un très abondant Mobilier Antique et Médiéval*, Rapport de Sondage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 120p.
- SAVES G., FOUET G., 1972, *TOULOUSE, le gué antique dans la Garonne (Gué du BAZACLE)*, Comptendu sommaire de Sondage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 8p.
- SAVES G., FOUET G., 1973, *TOULOUSE, le gué antique dans la Garonne (Gué du BAZACLE)*, Comptendu sommaire de Sondage 1973, S.R.A. Midi-Pyrénées, 12p.
- SAUCIER R.T., 1994, *Geomorphology and Quaternary Geologic History of the Lower Mississippi Valley: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station*, Vicksburg, Mississippi, 364 p. [consulté le 3 décembre 2012].
Disponible sur http://biotech.law.lsu.edu/climate/mississippi/sausier/Sausier_Vol_I_text.pdf
- SCHNEIDER L., 2007, Structures du peuplement et formes de l'habitat dans les campagnes du Sud-est de la France de l'Antiquité au Moyen-âge (IV^e-VIII^e s.), Essai de synthèse, *Gallia* 64, p. 11-56

- SCHULDENREIN J., WRIGHT R.P., MUGHAL M.R., KHAN M.A., 2004, Landscapes, soils, and mound histories of the Upper Indus Valley, Pakistan: new insights on the Holocene environments near ancient Harappa, *Journal of Archaeological Science* 31, p. 777-797
- SCHUMM S.A., 1977, *The Fluvial System*, Chichester : J. Wiley & Sons Ltd, 338 p.
- SCHWEINGRUBER F.H., 1978, *Mikroskopische Holzanatomie – Anatomie du bois – Microscopical wood anatomy*, Institut Fédéral de Recherches Forestières Birmensdorf, Zug : Zücher AG, 226 p.
- SCHWEINGRUBER F.H., 1978, *Anatomie europäischer Hölzer – Anatomy of European woods*, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft Birmensdorf, Haupt, Bern und Stuttgart, 800 p.
- SHERWOOD S.C., KIDDER T.R., 2011, The DaVincis of dirt: Geoarchaeological perspectives on Native American mound building in the Mississippi River basin, *Journal of Anthropological Archaeology* 30, p. 69-87
- SIDORCHUK A., BORISOVA O., PANIN A., 2001, Fluvial response to the Late Valdai/Holocene environmental change on the East European Plain, *Global and Planetary Change* 28, p. 303-318
- SILLIÈRES P., 2002, Les voies de communication. In : *PAILLER J.-M. (Ed), Tolosa, Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Coll. De l'Ecole Française de Rome-281, Rome, p. 193-197
- SIMIONI S., 2009, *L'occupation du sol à la fin de l'âge du Fer, 180/175-30/25 av. J.-C., dans le bassin supérieur de la Garonne, Comminges et sud-toulousain*, Master : Histoire de l'art : Université de Toulouse-Le Mirail, 179 p.
- SIMON L., 1998, *Les paysages végétaux*, Paris : Armand Colin, 95p.
- SIMONNET G., 1976, Le village chasséen de Saint-Michel-du-Touch à Toulouse (Haute-Garonne). In : CLOTTES J. (Ed), *Pyrénées, Livret-guide de l'excursion A5, IX^e congrès, Nice (13-18 sept. 1976)*, Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques, Paris : CNRS Éditions, p. 15-34
- SINHA R., JAIN V., PRASAD BABU G., GHOSH S., 2005, Geomorphic characterization and diversity of the fluvial systems of the Gangetic plains, *Geomorphology* 70, p. 207-225
- SINHA R., BHATTACHARIEE P.S., SANGODE S.J., *et al.* 2007, Valley and interfluvial sediments in the southern Ganga plains, India : Exploring facies and magnetic signature, *Sedimentary Geology* 201, p. 386-411
- SINHA R., SARKAR S., 2009, Climate-induced variability in the Late Pleistocene-Holocene fluvial and fluvio-deltaic successions in the Ganga plains, India: A synthesis, *Geomorphology* 113, p. 173-188
- SIREIX C., 2001, *BLAGNAC, site de Rapside 1 – Z.A.C. AéroConstellation, Un exemple de ferme indigène de la fin du Second Âge du Fer en Toulousain*, Document Final de Synthèse de Fouille Préventive, Toulouse : A.F.A.N. Grand Sud-Ouest, 148 p.
- SIREIX C., BENQUET L., BERTHET A.-L., *et al.* 2007, Rapside 1 (Blagnac, Haute-Garonne) et Les Vergnasses (Gours, Gironde) : deux exemples de fermes gauloises dans le Sud-Ouest de la France. In : VAGINAY M., IZAC-IMBERT L. (eds), *Les âges du Fer dans le Sud-Ouest de la France, Actes du XXVIII^e Colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004*, Bordeaux : Fédération Aquitania, suppl. 14, p.293-343
- SMEPAG, 1989, *Schéma de protection contre les eaux de la Garonne, Monographie des crues de la Garonne, du Pont du Roy au Bec d'Ambès*, Tome 1, Toulouse, 127 p.
- STANGE K. M., VAN BALEN R. T., KASSE C., *et al.* 2014, Linking morphology across the glaciofluvial interface: A ¹⁰ Be supported chronology of glacier advances and terrace formation in the Garonne River, northern Pyrenees, France, *Geomorphology* 207, p. 71-95

- STANLEY D.J., KROM M.D., CLIFF R.A., WOODWARD J.C., 2003, Nile flow failure at the end of the Old Kingdom Egypt strontium isotopic and petrologic evidence, *Geoarchaeology: an International Journal* 18, p. 395-402
- STARKEL L., 2002a, Younger Dryas-Preboreal transition documented in the fluvial environment of Polish rivers, *Global and Planetary Change* 35, p. 157-167
- STARKEL L., 2002b, Change in the frequency of extreme events as the indicator of climatic change in the Holocene (in fluvial systems), *Quaternary International* 91, p. 25-32
- STAUBWASSER M., WEISS H., 2006, Holocene climate and cultural evolution in late prehistoric–early historic West Asia, *Quaternary Research* 66, p. 372-387
- STEIGER J., JAMES M., GAZELLE F., 1998, Channelization and consequences on floodplain system functioning on the Garonne river, SW France, *Regulated rivers: Research and Management* 14, p. 13-23
- STRAFFIN E.C., BLUM M.D., 2002, Late and post-glacial fluvial dynamics of the Loire river, Burgundy, France. In : BRAVARD J.-P., MAGNY M. (eds), *Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*, Paris : Errance, p. 85-99
- TA T.K.O., NGUYEN V.L., TATEISHI M., et al. 2002, Holocene delta evolution and sediment discharge of the Mekong River, southern Vietnam, *Quaternary Science Reviews* 21, p. 1807-1819
- TAO J., CHEN M.T., XU S.Y., 2006, A Holocene environmental record from the southern Yangtze River delta, eastern China, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 230, p. 204–229
- TAVOSO A., 1976a, Les alluvions fluviales dans le bassin du Tarn. In : LUMLEY H. de (Ed), *La Préhistoire Française. 1. Les Civilisations paléolithiques et mésolithiques*, 2 vol., Paris : CNRS Éditions, p. 105-106
- TAVOSO A., 1976b, Les civilisations du Paléolithique moyen des Pyrénées et du Bassin de la Garonne. In : LUMLEY H. de (Ed), *La Préhistoire Française. 2. Les Civilisations paléolithiques et mésolithiques*, 2 vol., Paris : CNRS Éditions, p. 1039-1040
- TAVOSO A., 1986, *Le Paléolithique inférieur et moyen du Haut-Languedoc. Gisement des terrasses alluviales du Tarn, du Dadou, de l'Agout, du Sort et du Fresquel*, Etudes Quaternaires 5 (Université de Provence), Paris : Éditions du Laboratoire de Paléontologie Humaine et Préhistoire/Institut de Paléontologie Humaine, 404 p.
- TCHEREMISSINOFF Y., MARSAC PH., BERTHET A.-L., et al. 2002, « CASSAGNA 2 », *Occupations néolithique et protohistorique (Commune de Blagnac, Haute-Garonne), Rapport de Sauvetage Urgent*, Toulouse: I.N.R.A.P., 123 p.
- THAUVIN-BOULESTIN E., 2000a, Le rôle des Grands Causses dans les relations extrarégionales au début de l'Age du Bronze, *Cahiers d'archéologie aveyronnaise* 14, p. 89-96
- THAUVIN-BOULESTIN E., 2000b, Rôle et place du Quercy dans les échanges interrégionaux au Bronze ancien et moyen. In : LEDUC M., VALDEYRON N., VAQUER J. (eds), *Sociétés et espaces, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, 3^{ème} Session, Toulouse (6-7 novembre 1998)*, Toulouse : Archives d'Écologie Préhistorique, p. 407-413
- THEVENIN A., 2003, L'Épipaléolithique et le Mésolithique de la France dans leur phase d'apparition et de développement Initial. In : DESBROSSE R., THEVENIN A. (eds), *Préhistoire de l'Europe, Des origines à l'Âge du Bronze*, Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 301-327
- THORNDYCRAFT V.R., BENITO G., 2006a, Late Holocene fluvial chronology of Spain: The role of climatic variability and human impact, *Catena* 66, p. 34-41

- THORNDYCRAFT V.R., BENITO G., 2006b, The Holocene fluvial chronology of Spain: evidence from newly compiled radiocarbon database, *Quaternary Science Reviews* 25, p. 223-234
- TOLEDO I MUR A. (Ed), 2002, *Ganellou, Blagnac (Haute-Garonne), Un habitat rural de la fin de l'âge du Fer*, Document final de Synthèse, Toulouse: I.N.R.A.P., 18 p.
- TRAVERSE A., 2007, *Paleopalynology*, 2nd edition, New-York : Springer-Verlag, 831p.
- TRESSET A., 2002, De la mer au bétail en domaine Atlantique: Unité et diversité des processus d'apparition de l'élevage à la marge Nord-Ouest de l'Europe, *Anthropozoologica* 36, p. 13-35
- TRIANTAFILLIDIS G., 2011, La carte archéologique du Service régional de l'archéologie (SRA) Alsace, *Doc et patrimoine d'Alsace, Réflexions et échanges sur l'inventaire, la conservation et la diffusion des fonds patrimoniaux* [en ligne], Marseille : Open Edition : 24 octobre 2011. Disponible sur <http://docpatdrac.hypotheses.org/121>
- TRICART J., 1990, Les crues de la Garonne, les défenses contre ses divagations et ses inondations, *Annales de Géographie* 99, p. 73-77
- TURNEY C. S. M., BROWN H., 2007, Catastrophic early Holocene sea rise level, human migration and the Neolithic transition in Europe, *Quaternary Science Reviews* 26, p. 2036-2041
- VALDEYRON N., 1994, *Le Sauveterrien, Culture et Sociétés Mésolithiques dans la France du sud durant les Xe et IX millénaires B.P.*, Thèse : Archéologie : Université Toulouse-Le Mirail, 584 p.
- VALDEYRON N., 2000, Géographie culturelle du Mésolithique récent/final dans le sud-ouest de la France. In : LEDUC M., VALDEYRON N., VAQUER J. (eds), *Sociétés et espaces, Rencontres méridionales de Préhistoire récente, 3^{ème} Session, Toulouse (6-7 novembre 1998)*, Toulouse : Archives d'Écologie Préhistorique, p. 23-34
- VALETTE P., 2002, *Les paysages de la Garonne : les métamorphoses d'un fleuve : entre Toulouse et Castet-en-Dorthe*, Thèse : Géographie et Aménagement : Université de Toulouse-Le Mirail, 554 p.
- VAN DER LEEUW, S. E., ARCHAEOMEDES RESEARCH TEAM, 2005, Climate, hydrology, land use, and environmental degradation in the lower Rhone Valley during the Roman period, *Comptes Rendus Geoscience* 337, p. 9-27.
- VAN DER LEEUW S., FAVORY F., FICHES J.-L. (eds), 2003, *Archéologie et systèmes socio-environnementaux, Études multiscalaire sur la vallée du Rhône dans le programme ARCHAEOMEDES*, Paris : CNRS Éditions, 403 p.
- VANNIÈRE B., BOSSUET G., GAUTHIER E., 2000, Susceptibilité magnétique et indices polliniques, marqueurs de l'impact anthropique et de la dynamique fluviale dans la basse vallée du Doubs (Jura, France) entre le I^{er} et le VIII^e siècles après J.-C., *Earth and Planetary Sciences* 331, p. 203-210
- VAQUER J., 1990, *Le Néolithique en Languedoc occidental*, Paris : CNRS Éditions, 397 p.
- VAQUER J., 1991, Aspects du Chasséen en Languedoc occidental : habitat et culture matérielle. In : BEECHING A. (Ed), *Identité du Chasséen, Actes du Colloque International de Nemours (17-19 mai 1989), Mémoires du Musée de Préhistoire d'Île-de-France* 4, Nemours : APRAIF, p. 27-37
- VAQUER J., 2002, La préhistoire récente dans la région toulousaine. In : PAILLER J.-M. (Ed), *Tolosa, Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Coll. De l'Ecole Française de Rome-281, Rome, p. 53-63
- VERHAEGEN B., 1974, *Introduction à l'histoire immédiate : essai de méthodologie quantitative*, Sociologie Nouvelle 8, Gembloux : Duculot, 200 p.
- VERHAGEN P., 2007, *Case studies in archaeological predictive modelling*, ASLUP, The Netherlands : Leiden University Press, 223 p.
- SERNA V., 2010, *La Loire dessus dessous, Archéologie d'un fleuve*, Paris : Éditions Fatou, 160 p.

- VERNET J.L., OGEREAU P., FIGUEIRAL I., *et al.* 2001, Guide d'identification de charbons de bois préhistoriques et récents (sud-ouest de l'Europe : France, Péninsule ibérique et îles Canaries), Paris : CNRS Éditions, 395 p.
- VÉROT-BOURRELY A., ARGANT J., BOUBY L., *et al.* 2010, Evolution d'un paysage de confluence de la Protohistoire à l'époque gallo-romaine: géomorphologie et paléoenvironnement du site Parc Saint-Georges à Lyon (Rhône, France), *Quaternaire* 21, p. 413-423
- VEYSSIÈRE F., ARNOUX T., BERTHELOT E., *et al.* 2006, *BEAUZELLE, L'occupation antique du BARRICOU*, Rapport final d'opération, I.N.R.A.P., S.R.A. Midi-Pyrénées, 494 p.
- VIDAL M., 2002, Les puits des II^e et I^{er} av. J.-C. de Vieille-Toulouse et du Toulousain. In : PAILLER J.-M. (Ed), *Tolosa, Nouvelles recherches sur Toulouse et son territoire dans l'Antiquité*, Coll. De l'Ecole Française de Rome-281, Rome, p. 118-128
- VIGREUX T., Aoustin D., FLOTTE P., 2011, Enregistrement sédimentaire et environnement holocène de la plaine alluviale du Giessen (Scherwiller, Bas-Rhin, Alsace), *Quaternaire* 22, p. 129-145
- VIGREUX T., Aoustin D., DEGEAI J.-P., KOZIOL A., 2012, Évolution de la plaine alluviale du Rhin dans la région du « Ried nord » : paléoenvironnement et interactions anthropiques depuis l'Âge du Bronze jusqu'à l'Antiquité / Haut Moyen Âge (Roeschwoog, Bas-Rhin, Alsace), *Quaternaire* 23, p. 321-337
- VISSET L., CYPRIEN A.-L., CARCAUD N., *et al.* 2002, Les prémices d'une agriculture diversifiée à la fin du Mésolithique dans le Val de Loire (Loire armoricaine, France), *Comptes Rendus Palevol* 1, p. 51-58
- VISSET L., CYPRIEN A.L., OUGUERRAM A., *et al.* 2004, Les indices polliniques d'anthropisation précoce dans l'Ouest de la France - Le cas de Cerealia, Fagopyrum et Juglans. In : RICHARD H. (Ed), *Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques*, [Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté 777, Série "Environnement, sociétés, et archéologie"](#), Besançon : Presses Universitaires Franc-Comtoises, p. 69-79
- VITAL J. 2010. L'âge du Bronze en moyenne vallée du Rhône : quelques enseignements et perspectives. In : RICHARD A., BARRAL P., DAUBIGNEY A., *et al.* (eds), *L'isthme européen Rhin-Saône-Rhône dans la protohistoire. Approches nouvelles en hommage à Jacques-Pierre Millotte. Actes du colloque de Besançon (2006)*, Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté 860, Série « Environnement, sociétés et archéologie », Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté, p. 241-254.
- VOŽNÍLEK V., 2000, Spatial database for geomorphological mapping by GPS techniques, *Geographica* 36, p. 97-105
- WABONT M., ABERT F., VERMEERSCH D., 2006, *Carte Archéologique de la Gaule 95 : Le Val-d'Oise*, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris : Maison des Sciences de l'Homme, 495 p.
- WAINWRIGHT J., 1994, Erosion of archaeological sites: results and implications of a site simulation model, *Geoarchaeology* 9, p. 173-201
- WALTER F., 2008, *Catastrophes. Une histoire culturelle. XVI^e-XX^e siècle*, Paris: Seuil, 380 p.
- WANG Z., LIU J., ZHAO B., 2008, Holocene depocenter shift in the middle-lower Changjiang River basins and coastal area in response to sea-level change, *Frontiers of Earth Science in China* 2, p. 17-26
- WANG Z., XU H., ZHAN Q., *et al.* 2010, Lithological and palynological evidence of late Quaternary depositional environments in the subaqueous Yangtze delta, China, *Quaternary Research* 73, p. 550-563

- WANG Z., ZHUANG C., SAITO Y., *et al.* 2012, Early mid-Holocene sea-level change and coastal environmental response on the southern Yangtze delta plain, China: implications for the rise of Neolithic culture, *Quaternary Science Reviews* 35, p. 51-62
- WATERS M.R., 1992, *Principles of Geoarchaeology, A North American perspective*, Tucson: University of Arizona Press, 398 p.
- WHEATLEY D., GILLINGS M., 2002, *Spatial technology and archaeology. The archaeological applications of GIS*, New York : Taylor & Francis, 269 p.
- WILLIAMS M.A.J., 2009, Late Pleistocene and Holocene environments in the Nile basin, *Global and Planetary Change* 69, p. 1-15
- WU L., LI F., ZHU C., *et al.* 2012, Holocene environmental change and archaeology, Yangtze River Valley, China: Review and prospects, *Geoscience Frontiers* 3, p. 875-892
- ZHANG J.-F., WANG X.-Q., QIU W.-L., *et al.* 2011, The Paleolithic site of Longwangchan in the middle Yellow River, China: chronology, paleoenvironment and implications, *Journal of Archaeological Science* 38, p. 1537-1550
- ZHU C., YU S., LU C., 1997, The study of holocene environmental archaeology and extreme flood disaster in the three gorges of the Changjiang river and the Jiangnan plain, *Acta Geographica Sinica* 52, p. 268-278

Bibliographie des rapports de fouilles

Cette bibliographie recense les rapports de fouilles dépouillés au cours de cette thèse. Elle n'est pas exhaustive en raison de l'actualisation constante des données, en particulier pour la ville de Toulouse. La nomenclature est reproduite ici telle que présentée dans le listing fourni par le S.R.A.

- ABILA Robert, PEYRE Gilles, *Liaison de l'aéroport de Toulouse-Blagnac (communes de Toulouse et Blagnac, Haute-Garonne)* : Rapport de prospection et d'évaluation, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1991, 24 p., 11 plans, 1 pl. dessin, 1 photocopie, 7 photos
- AMIEL Catherine.- *GAGNAC-SUR-GARONNE, lieux-dits LES POMIERES, LES CARDUSSES et NAUZE JOANE* : Rapport d'Evaluation, 2001, 5 p., 3 plans.
- AMIEL Catherine (dir.), *TOULOUSE, Hôpital PURPAN, Hélistation* : Rapport de Diagnostic Archéologique, S.R.A. Midi-Pyrénées, 6p.
- AMIEL Catherine, avec la collab. MARTY Pierre, ONEZIME Olivier.- *TOULOUSE, Hôpital PURPAN, Hélistation* : Rapport de Diagnostic Archéologique, 2006, 6 p., 2 plans, 19 logs. stratigr., 2 photos.
- ARRAMOND Jean-Charles, IPIENS André.- *MOISSAC Abbatiale Saint-Pierre* : Rapport de Sondage, 1989, 10 p., 4 fig., 4 pl. photos.
- ARRAMOND Jean-Charles, avec la collab. BACH Sylvie, CAZES Quitterie, GRIMBERT Laurent, LE NOHEH Christine, MOLET Henri, CATALO Jean.- *TOULOUSE, Saint Pierre-des-Cuisines* : DFS de Sauvetage Urgent, 1996, 49 p.
- ARRAMOND Jean-Charles, *TOULOUSE, Parking Esquirol* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1993, 117p. 3 vol.
- ARRAMOND Jean-Charles (dir.), *TOULOUSE, Saint-Pierre-des-Cuisines* : DFS de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1996, 49p.
- AYA D., GENEVIEVE Vincent, *TOULOUSE, Port Saint-Sauveur* : DFS de Sondage d'Evaluation, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1999
- BACCRABERE Georges., *TOULOUSE, site de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1964, 118 p.
- BACCRABERE Georges., *TOULOUSE, site de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouilles de Sauvetage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1967, 10 p.
- BACCRABERE Georges., *TOULOUSE, site de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1968, 16 p.
- BACCRABERE Georges., *TOULOUSE, site de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouilles de Sauvetage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1969, 12 p.
- BACCRABERE Georges., *TOULOUSE, Sondages effectués à SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1970,
- BACCRABERE Georges., *TOULOUSE, Chapelle Saint-Roch* : Rapport de Sondage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1979, 2 p.
- BACCRABERE Georges., *TOULOUSE, 90 rue du Férétra* : Rapport de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1984, 32 p.
- BAGNERIS Françoise., *TOULOUSE, Amphithéâtre de l'Ecole des Beaux-Arts* : Rapport de Sondage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1978, 7 p.

- BARBIER Patrick, AMIEL Catherine, GARDES Philippe, DEBERTONNE François, *ZAC EUROCENTRE* : Document Final de Synthèse sur les évaluations approfondies des sites archéologiques de La Nauze, Fontréol, l'Ourmède, A.F.A.N., S.R.A. Midi-Pyrénées, 1995, 32 p.
- BARBIER Patrick avec la collab. AMIEL Catherine, GARDES Philippe, DEBERTONNE François.- *CASTELNEAU-D'ESTRETEFONDS, Z.A.C. EUROCENTRE* : D.F.S. sur les Evaluations Approfondies des Sites Archéologiques de LA NAUZE, FONTREAL, L'OURMEDE (Sauvetage Programmé), 1995, 33 p., 12 plans, 4 pl. dessins, 6 photos.
- BEAUDRIX-GUILLET Patricia.- *MOISSAC, Eglise Saint-Martin* : Rapport de Sondage, 1998, 6 plans, 8 photos, 1 photocopie
- BERTHE Vincent, GERARDIN Jean-Luc, *TOULOUSE, place Saint-Jacques* : Rapport de Sondages, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1987, 29 p.
- BONZOM Daniel (dir.), *TOULOUSE, site de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH, avenue des Arènes Romaines* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1990
- BOCCACINO Catherine., *TOULOUSE, Ecole des Beaux-Arts, Tour-latrines du Pavillon LABBE*, DFS de Sondage Archéologique, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1993, 50 p.
- BOCCACINO Catherine. - *CORDES-TOLOSANES, Abbaye de BELLEPERCHE* : DFS de Suivis Archéologiques 1999-2001, 2001, 2, 80. SRA.
- BOGUSZEWSKI Andrzej, avec la collab. ARNOUX Thomas, CALLEDE Fabien, ONEZIME Olivier, PAYA Didier, SALMON Christian.- *SAINT-JORY, lieu-dit MOULIN A VENT* : Rapport d'Evaluation Archéologique, 2004, 13 p., 1 plan, 6 photos.
- BOURDATCHOUK Jean-Luc avec la collab. ARNOUX Thomas, BEVILACQUA Roberta, BRUXELLES Laurent, CALLEDE Fabien, JARRY Marc, LEBAR Nicolas, MARTIN Hélène, MOLET Henri, ONEZIME Olivier, PISANI Pierre, PUECH Sabine, SALMON Christian, TRANIER Eric, VIERS Catherine.- *TOULOUSE, 6-8 Place Esquirol, Le Temple du Forum et ses abords* : Rapport de Diagnostic, 2005, 2 Tomes, 119 p., 26 plans (1 plan phot.) 3 rel. str., 8 pl. dessins, 5 diagr. strat., 1 log. strat., 17 tabl., 74 photos (1 plan phot.)
- BOUDARTCHOUK Jean-Luc (dir.), *TOULOUSE, 6-8 Place Esquirol, Le Temple du Forum et ses abords* : Rapport de Diagnostic, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2005, 119p.
- BOUDET Richard.- *Prospections Aériennes en Moyenne Vallée de GARONNE, de LAMAGISTERE à MONTECH* : Rapport de Prospection-Inventaire, 1992, 7 p., 20 plans, 18 photos.
- BROECKER Régine.- *MOISSAC, Abbaye de MOISSAC – Place Roger Delthil* : Rapport de Fouilles, 1986, 21 p., 2 cartes, 8 fig., 12 photos.
- BRONZOM Daniel, avec la collab. PONS Eric.- *BLAGNAC, sites de BLAGNAC III (Place des Arts), et BLAGNAC IV* : Rapport de Fouilles, 1989, 74 p., 15 plans, 18 pl. dessins, 24 photos.
- BRONZOM Daniel, avec collab. GARDEL Jean, PONS Eric.- *BLAGNAC, 1^{er} et 2^{ème} sites, rue Carrière, Nécropole autour de l'Oratoire SAINT-EXUPERE* : Rapport de Fouilles, 1989, 7 p., 2 plans, 6 photos.
- BRONZOM Daniel.- avec la collab. ALONZO Thomas, GAIFFE Olivier, PONS Eric.- *BLAGNAC, Eglise Saint-Pierre* : Rapport de Fouilles et de Prospection (Rapport d'Evaluation) 2000, 8 p., 22 plans, 2 pl. dessins, 45 photos, 2 photocopies.
- BRONZOM Daniel.- *BLAGNAC, Ecole de Musique, Vestiges d'une Villa Gallo-romaine* : Rapport de Fouilles, 1986, 6 p., 11 fiches, 12 plans, 14 pl. dessins, 25 photos.
- BRONZOM Daniel.- *Ville de BLAGNAC* : Rapport de Fouilles et de Prospection, 1994, 41 p., 15 plans, 23 photos, 1 photocopie.

- BRONZOM Daniel.- *BLAGNAC, Rue Bacqué Fonade, Villa Gallo-romaine* : Rapport de Fouilles 2000, 3 p., 6 plans, 9 photos.
- BRUXELLES Laurent. (dir.), MOLET Henri., *TOULOUSE, le Capitole* : Rapport de Diagnostic, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1995, 26p.
- BRUXELLES Laurent, avec la collab. MOLET Henri.- *TOULOUSE, le Capitole* : Rapport de Diagnostic, 2000, 26 p.
- CABAU Patrice., *TOULOUSE, Collège du Château de l'Hers* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1971,
- CALMES Christophe.- *Recherches sur l'Occupation du Sol au Moyen-Age dans le Canton de TOULOUSE-Nord et dans la Commune de LESPINASSE* : Rapport de Prospection, 1998-1999, 22 p., 14 plans, 6 photos.
- CALMES Christophe.- *Recherche sur l'Occupation du Sol au Moyen-Age dans le Canton de TOULOUSE-Nord et dans la Commune de LESPINASSE* : Rapport de Prospection, 2000, 3.2 p. (12 fiches), annexes (4 plans, 5 photos)
- CAMPECH Sylvie.- *CORDES-TOLOSANES, Abbaye cistercienne de BELLEPERCHE* : Rapport de Sondage, 1993, 7 p., 4 plans, 1 coupe. 2 pl., 4 pl. photos.
- CAMPECH Sylvie.- *VERDUN-SUR-GARONNE, Eglise SAINT-MICHEL* : DFS de Sauvetage Urgent, 1996, 23 p., 18 fig., 1 plan, 8 photos.
- CAMPECH Sylvie., *TOULOUSE, Cathédrale Saint-Etienne* : DFS de Suivi Archéologique, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1997, 18 p.
- CARBONELL Yvette, PRADALIE Gérard, *TOULOUSE, Saint-Pierre-des-Cuisines* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1980, 4 p.
- CATALO Jean, *TOULOUSE, place Arnaud Bernard* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1988,
- CATALO Jean, *TOULOUSE, Donjon du Capitole* : DFS de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1996, 51 p.
- CATALO Jean. (dir.), *TOULOUSE, « Cité Judiciaire » (Palais de Justice)* : Rapport Final d'Opération de Sauvetage Programmé (Fouilles Préventives), S.R.A. Midi-Pyrénées, 2007, 974p.
- CATALO Jean. (dir.), MOLET Henri., LE NOHEH Christine., PONS Jacques., *TOULOUSE, Cité Judiciaire (phase 1)* : DFS de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1999, 114p.
- CATALO Jean, avec la collab. CALLEDE Fabien, CORNARDEAU Sophie, DAYRENS Olivier, GENEVIEVE Vincent, LLECH Laurent, MOLET Henri, PAYA Didier, RODET-BELLARBI Isabelle, WALICKA Halina.- *TOULOUSE, « Cité Judiciaire » (Palais de Justice)* : Rapport Final d'Opération de Sauvetage Programmée (Fouilles Préventives) 2007, 3 Vol. 974 p., 94 plans, 15 pl. plans, 45 pl. dessins, 141 tabl., 22 pl. tabl., 29 diag., 420 photos, 215 photos numism., 6 pl. photos.
- CAVALIN Florence, avec la collab. ARNOUX Thomas.- *BLAGNAC, lieu-dit RAPSIDE 1 : D.F.S. d'Evaluation Archéologique par Diagnostics*, 2001, 31 p., 6 plans, 13 tabl.
- CAZES Quitterie.- *TOULOUSE, Hôtel du May* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, 1985, SRA.
- CAZES Quitterie., *TOULOUSE, Saint-Pierre-des-Cuisines* : Rapport de Fouille, 1986, S.R.A. Midi-Pyrénées, 43 p.
- CAZES Quitterie., *TOULOUSE, place Saint-Jacques* : Rapport de Sondages, 1988a, S.R.A. Midi-Pyrénées
- CAZES Quitterie., *TOULOUSE, Jardin de la Basilique Saint-Sernin* : Rapport de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1988b

- CAZES Quitterie., *TOULOUSE, Cathédrale Saint-Etienne* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1989a,
- CAZES Quitterie., *TOULOUSE, Port Saint-Sauveur, l'Atelier de COLLONDRE* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1989b, 10p.
- CAZES Quitterie., *TOULOUSE, Cour Sainte-Anne, Cloître Saint-Etienne* : Rapport de Sondage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1990,
- CAZES Quitterie, CATALO Jean., *TOULOUSE, Saint-Pierre-des-Cuisines* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1989, 5 p.
- CAZES Quitterie, GARDAIR Véronique., *TOULOUSE, 43 rue Gambetta* : Rapport de Sondages d'Evaluation, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1989,
- CAZES Quitterie., TREMOLET Cécile., *TOULOUSE, Saint-Pierre-des-Cuisines* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1985, 35 p.
- CHALARD Pierre, avec la collab. ARNOUX Thomas, BERTHET Anne-Laure, BRUXELLES Laurent, COLONGE David, JARRY Marc, LELOUVIER Laure-Amélie, MOLET Henri, ONEZIME Olivier, RANCHE Christophe, RIGAL Didier, BARBIER Patrick, BATS Jean-Christophe, BEVILACQUA Roberta, COUJOU Philippe, GRALL.- *HAUTE GARONNE et GERS, Itinéraires à Très Grands Gabarit A 380*: Rapport de diagnostic archéologique, S.R.A. Midi-Pyrénées, Saint-Orens, 2005, 213 p.
- CLARIA Jean-Pierre (dir.), *LA GARONNE et ses affluents entre Toulouse et Muret* : Rapport d'Opération de Prospection Diachronique, 2007, 97p.
- CLARIA Jean-Pierre, avec la collab. LASSURE Jean-Michel, VILLEVAL Gérard.- *LA GARONNE et ses Affluents entre TOULOUSE et CAZERES* : Rapport de Prospection-Inventaire, 2008, 97 p. 28 plans (5 plans photos), 8 pl. dessins, 2 dessins, 3 tabl. 76 photos (5 plans photos), 17 pl. photos.
- CLARIA Jean-Pierre, LASSURE Jean-Michel, VILLEVAL Gérard.- *La GARONNE et ses Affluents entre TOULOUSE et MURET* : Rapport d'Opération de Prospection Diachronique , 2007, 97 p. 11 plans, 1 pl. plans, 1 schéma, 14 dessins, 7 repros estampes, 102 photos, 11 pl. photos, 6 photos aériennes.
- CLAUSTRE Françoise, VAQUER Jean.- *Rapport de Prospections et de Photographies Aériennes en LANGUEDOC-ROUSSILLON et MIDI-PYRENEES*, 1982, 13 p., 2 plans, 5 photos.
- CLAUSTRE Françoise.- *Archéologie Aérienne en LANGUEDOC-ROUSSILLON et MIDI-PHYRENEES* : *Rapport de Prospection*, 1983, 3 T.10 p., 1 plan, 6 photos.
- CLAUSTRE Françoise, VAQUER Jean.- *Archéologie Aérienne dans l'Axe AUDE-GARONNE* : *Rapport de Prospection Aérienne*, 1984, 19 p., 3 plans, 1 photo.
- COLIN Marie-Geneviève.- *Edifices et Objets du Culte Chrétien dans le Paysage Rural de NOVEMPOPULANIE ORIENTALE* : Rapport de Prospection Thématique, S.R.A. Midi-Pyrénées 2002, n.p.
- COLONGE David, MARTY Bernard, *TOULOUSE, place du Parlement, allées Jules Guesdes* : DFS de Suivi de travaux, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1998, 24 p.
- COLONGE D., avec la collab. ARNOUX Thomas, DELFOUR Géraldine, FONDEVILLE Carole, JARRY Marc, BERTHET Anne-Laure.- *BLAGNAC, ZAC Aéroconstellation RAPSIDE 2* : Rapport Final d'Opération, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2002, 83 p.
- DELTRAIN Luc, HAUTEFEUILLE Florent, avec la collab. CHALARD Pierre, CHOPIN Jean-François, DAYRENS Olivier, DEBERTONNE François, FRANCOIS Nathalie, IPIENS André, MIALHE Vincent, MIERZCHALA Séverin, MOLET Henri, NAVARRO Franck, POIGNANT Sébastien, RANCHE Christophe, RIGAL Didier, RIME Marc, SALGUES Thi.- *Autoroute A 20 – sections 1 et 4* : D.F.S. de Sauvetage urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées

- DI FILIPPO Raphaël., *TOULOUSE, Hôpital Larrey*: Rapport de Fouille de Sauvetage Programmé, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1988,
- DI FILIPPO Raphaël., *TOULOUSE, Métro Place Esquirol*, Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1990,
- DI FILIPPO Raphaël., *TOULOUSE, Métro Capitole*: DFS de Sauvetage Programmé, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1997, 67 p. SRA
- DI FILIPPO Raphaël. (dir.), PEIXOTO X., DIEULAFIT C., *TOULOUSE, place Saint-Etienne, Parking*: Rapport de Fouille de Sauvetage Programmé, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1987,
- DIEULAFIT Christine, *TOULOUSE, Eglise Saint-Sernin, Enfeu des Comtes de Toulouse, Sarcophage « de Guillaume III Taillefer »*: Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1989,
- DOMERGUE Claude., *TOULOUSE, Amphithéâtre de PURPAN*: Rapport de Fouilles Programmées, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1984, 44 p.
- DOMERGUE Claude., *TOULOUSE, Amphithéâtre de PURPAN*: Rapport de Fouilles Programmées, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1985, 33 p.
- DOMERGUE Claude., *TOULOUSE, Amphithéâtre de PURPAN*: Rapport de Fouilles Programmées, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1986, 33 p.
- DOMERGUE Claude., *TOULOUSE, Amphithéâtre de PURPAN*: Rapport de Fouilles Programmées, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1987, 42 p.
- DUBOIS Claude., *TOULOUSE, Cité Judiciaire*: Rapport de Sondages d'Évaluation, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1993, 31 p.
- DUCOMET G.-CORDES-TOLOSANES, *Abbaye cistercienne de BELLEPERCHE*: Rapport de Prospection électrique, 1991, 12 p., 1 carte, 2 plans, 10 pl.
- ECHASSERIAUD Françoise.- *ESCATALENS, Four de la Forêt d'ESCATALENS*: Rapport de Sauvetage Urgent, 1983, 5 p., 1 carte, 2 plans, 3 pl. photos, 1 photocopie.
- FOURLOUBEY Christophe.- *GRENADE, Centre de Transfert HARNAIL BROUZAC*: D.F.S. de Diagnostic Archéologique, 2001, 15 p., 3 plans, 2 pl. dessins, 3 photos.
- GAIFFE Olivier, MARTY Bernard, PISANI Pierre, *TOULOUSE, 13 Chemin de la Flambère*: Rapport de Sondages Archéologiques, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2006, 16p.
- GARDES Philippe, avec la collab. ARNOUX Thomas, LEBAR Nicolas.- *TOULOUSE, 51 rue Saint-Roch*: Rapport de Diagnostic Archéologique, 2006, 24 p., 5 plans, 3 annexes (2 p., 3 fiches, 2 tabl.)
- GARDES Philippe, avec la collab. AMIEL Catherine, GENEVIEVE Vincent, ONEZIME Olivier.- *TOULOUSE, 53-55 rue Saint-Roch*: Rapport de Diagnostic Archéologique, 2006b, 35 p. (dont annexes), 6 plans, 9 photos, 3 annexes (4 tabl., 3 photos, 3 doc. adm., 1 liste fig.)
- GARDES Philippe avec la collab. CALLEDE Fabien, GEORGES Patrice, MARTIN Hélène, TCHEREMISSINOFF Yamarila, FILHOL Christophe.- *TOULOUSE 51 rue Saint Roch*: Rapport Final d'Opération de Sauvetage Programmé, 2009, 100 p., 1 fiche, 10 plans, 7 dessins, 5 pl. dessins, 8 tabl., 23 photos, 1 pl. photos, 6 annexes.
- GARDES Philippe. (dir.), *TOULOUSE, 51 rue Saint-Roch*: Rapport de Diagnostic Archéologique, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2006a, 24p.
- GARDES Philippe. (dir.), *TOULOUSE, 53-55 rue Saint-Roch*: Rapport de Diagnostic Archéologique, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2006b, 35p.
- GARDES Philippe. (dir.), *TOULOUSE, 51 rue Saint-Roch*: Rapport Final d'Opération de Sauvetage Programmé, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2009, 100p.

- GEORGES Patrice, avec la collab. ACQUAVIVA Carole, AMIEL Catherine, JARRY Marc, LAGARRIGUE Anne, MARTIN Hélène, MARTY Marie-Thérèse, MARTY Pierre, ONEZIME Olivier, PRADAT Bénédicte.- *GRAND NOBLE 3, BLAGNAC (Haute Garonne)* : Rapport Final d'Opération, 2007, 354 p. dont annexes, 145 plans (1 plan photo), 8 pl. dessins, 11 dessins, 47 tabl. 17 diagr. 1 graph.
- GOMEZ Frédéric., *TOULOUSE, 13 rue des Lois* : Rapport de Fouilles de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1993,
- GRIMBERT Laurent, avec la collab. ARNOUX Thomas, BRUXELLES Laurent, WALICKA Halina.- MOISSAC , *CASTELSARRASIN, liaison QUERCY-GASCOGNE : Rapport de Diagnostic Archéologique « Les Rives du Tarn »*, 2005, 35 p., 5 plans, 1 log stratigr., 2 pl. dessins, 2 tabl. 12 photos, 1 pl. photos, annexe (4 p.tabl.invent.)
- GUEDON Frédéric.- *GRENADE, Ancienne Maison de Retraite du Cours VALMY* : Rapport Diagnostic, 2004, 2 p., 5 plans, 2 photos.
- GUEDON Frédéric, avec la collab. BOISSEAU Béatrice.- *GRENADE, 59 Rue Hoche* : Rapport de Diagnostic, 2006, 2p., 5 plans.
- GUILBAUT Jean-Emmanuel., *TOULOUSE, Arènes Romaines* : Rapport de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1985, 48 p.
- JARRY Marc, COLONGE David.- *BLAGNAC, lieu-dit RAPSIDE 2* : D.F.S. d'Evaluation Archéologique, 2001, 24 p., 11 plans, 1 pl.dessins, 6 photos
- JEDIKIAN Gaëlle., GERNIGON Karim., *TOULOUSE, Les Occupations Néolithiques de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH – Programme 12* : Rapport de Préparation de Publication (première année), S.R.A. Midi-Pyrénées, 2001, 137 fiches invent., 4 plans, 12 pl. dessins, 2 tabl., 3 diagr., 3 photos, 8 pl. photos.
- JEDIKIAN Gaëlle, GERNICON Karim.- *TOULOUSE, site de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH : Les Occupations Néolithiques de Saint-Michel-du-Touch* : Opération de Préparation de Publication – Rapport Triennal 2003, 2003, 204 p., 85 fig., 5 pl., 34 dessins, 42 tabl., 12 diagr., 6 graph., 48 photos, annexe (20 fig., 44 pl.).
- JEDIKIAN Gaëlle, avec la collab., CARRERE Isabelle, LINTON Jimmy, RIVALS Marc.- *TOULOUSE, Les Occupations Néolithiques de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport d'Opération de Préparation à la Publication 2005, 85 p., 5 plans, 8 pl. dessins, 20 tabl., 7 diagr., 4 photos
- JEDIKIAN Gaëlle.- *TOULOUSE, Les Occupations Néolithiques de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport Intermédiaire de Préparation de Publication, 2002, 101.p SRA
- JEDIKIAN Gaëlle., *TOULOUSE, Les Occupations Néolithiques de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH, Opération de Préparation de Publication* : Rapport Intermédiaire, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2004, 49p., 8 plans, 5 tabl., 13 diagr., 16 photos.
- JOLIBERT Bernard.- *CORDES-TOLOSANES, Abbaye de BELLEPERCHE* : Rapport de Sondage, 2007, 33 p., 3 plans, 21 pl. dessins, 13 photos, 54 pl. photos.
- LACOMBE Sébastien. (dir.), ARNOUX Thomas., BRIAND J., SERVELLE CH., *Une occupation du Néolithique final/Chalcolithique: Le site de CASSAGNA 1 à Blagnac (Haute-Garonne)* : Document Final de Synthèse de Fouille de Sauvetage Urgent, A.F.A.N., S.R.A. Midi-Pyrénées, 2002, 133 p.
- LACOMBE Sébastien, avec la collab. MARTIN Hélène, VIAROUGE Marion.- *BLAGNAC, site de CASSAGNA 1 – ZAC Aéroconstellation, Une occupation du Néolithique final/Chalcolithique* : DFS de Fouilles de Sauvetage Urgent, 2002, 133 SRA
- LACROIX Camille.- *Projet d'Etudes sur les Forts Villageois dans le GERS, le LOT-ET-GARONNE, le TARN-ET-GARONNE et la HAUTE-GARONNE* : Rapport de Prospection-Inventaire, 2007, 2 tomes, 230 p., 4 fiches, 14 plans (1 plan-photo), 1 dessin, 2 tabl. 6 photos (1 plan-photo), 1 CD.

- LADIER Edmée.- *MOISSAC, Eglise Saint-Martin* : Rapport de Fouille de Sauvetage, 1982, 7 p., 5 photos, 4 pl. annexes.
- LAGARRIGUE Anne avec la collab. ARNOUX Thomas, JARRY Marc.-*BEAUZELLE, BLAGNAC, RD 902* : Rapport de Diagnostic Archéologique, 2003, 19 p., 5 fig., 6 tabl.
- LAPART Jacques.- *MERVILLE, lieu-dit MAYRAS, Un nouveau site du Haut Moyen-Age dans le Toulousain* : Rapport de Prospection, 1987, v2p. 1 pl. dessin.
- LE NOHEH Christine, avec la collab. ABILA Robert, ARNOUX Thomas, BATS Jean-Christophe, BRUXELLES Laurent, CALLEDE Fabien, CRESCENTINI David, GARDES Philippe, LLECH Laurent, MARTIN Hélène, MESSENGER Frédéric, ONEZIME Olivier, PERRIN Marie-Claire, TRANIER Eric.-*MONTECH, Pôle Bio-Energie de FROMISSARD* : Rapport de Diagnostic Archéologique 2004, 120 p., 41.
- LE NOHEH Christine, avec la collab. CALLEDE Fabien, VEYSSIERE Frédéric- *DIEUPENTALE, lieu-dit LA MOTHE* : Rapport de Diagnostic Archéologique 2004 7p., 5 plans, 17 photos.
- LEQUEMENT Robert., *TOULOUSE, place Saint-Etienne, Parking* : Rapport de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1986
- MALRIEU Abbé Henri.- *MAS-GRENIER, Ferme de SAINT-CASSIAN* : Rapport de Fouilles, 1975, 2p.
- MARCHAND Patrick.- *FINHAN* : Rapport de Fouilles de Sauvetage, 1977, 2p., 3 plans, 1 article, 2 photos, 2 photocopies.
- MARSAC Philippe.- *BLAGNAC, site de FERRIE* : D.F.S. d'Evaluation Archéologique, 2001a, 21 p., 12 plans, 1 pl.dessins, 2 tabl., 2 photos
- MARSAC Philippe.- *BLAGNAC, site de GANELLOU* : D.F.S. d'Evaluation Archéologique, 2001b, 17 p., 5 plans, 2 tabl., 2 photos
- MARTIN Jean-Michel, REQUI Christophe, *TOULOUSE, 17 rue Larrey* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1993, 27 p.
- MARTY Bernard., VIDAL Michel., *TOULOUSE, rue des Tourneurs* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1982, 9 p.
- MARTY Bernard. (dir.), GAIFFE Olivier., PISANI Pierre., *TOULOUSE, 13 Chemin de la Flambère* : Rapport de Sondages Archéologiques, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2006, 6p., 4 plans, 3 tabl. 6 photos.
- MASSAN Patrick, avec la collab. ONEZIME Olivier.- *MONTECH et ESCATALENS, Projet de voie d'accès au site – Et variante 1 (RN.113.DRIMM)* : Rapport de Diagnostic, 2006, 10 p., 7 plans, 1 tabl. 3 photos, annexe (3 p. courrier).
- MEROC Louis, SIMONNET Georges.- *TOULOUSE, Gisement Néolithique Chasséen de SAINT-MICHEL-DU TOUCH* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent (« Les fouilles de sauvetage, en 1964, au lieu-dit « Château-Ancely » à Saint-Michel-du-Touch Haute Garonne) 1964, 14 p. 1 note (2 p.), 1 plan, 1 pl. plans, 9 photos.
- MERLEAU Marie-Luce (dir.), ONEZIME Olivier., VIAROUGE Marion., *TOULOUSE, 7 Chemin de la Flambère* : Rapport de Diagnostic, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2008a, 40p., 8 plans, 1 pl. logs stratigr., 5 tabl., 17 photos, 1 photo aérienne.
- MERLEAU Marie-Luce, avec la collab. VIAROUGE Marion, CALLEDE Fabien.-*TOULOUSE, 26 Chemin de la Flambère* : Rapport de Diagnostic Archéologique, 2009, 58p.8 plans, 2 pl.plans, 2 pl. logs. stratigr., 1 pl. dessins, 42 tabl., 17 photos, 3 pl. photos, 1 photo aérienne.
- MERLEAU Marie-Luce, *TOULOUSE, 24 Chemin de la Flambère* : Rapport de Diagnostic, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2008b, 45 p., 10 plans (1 plan photo) 2 pl. logs. stratigr., 6 tabl., 1 listing, 23 photos (1 plan photo)

- MERLEAU Marie-Luce. (dir.), *TOULOUSE, 26 Chemin de la Flambère* : Rapport de Diagnostic Archéologique, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2009, 58p.
- MERCADIER Guy, LEQUEMENT Robert, BOUDET Richard, BUCHSENSCHUTZ Olivier.- *L'Occupation du Sol au Second Age de Fer sur la bordure Sud-Ouest du Massif Central* : Rapport d'Action Thématique Programmée (ATP), 1988, 2 Vol. 296 p.
- MIGEON Wandel.- *ONDES, lieu-dit LES CRESPIYS, Exploitation de sables et graviers* : D.F.S. de Prospection-Sondages Archéologiques, 1997, 7 p., 3 plans, annexes (88 fiches, 13 plans, 32 photos).
- MILLET Dominique, MILLET Françoise.- *Les Premières Aires d'Activités Humaines en GASCOGNE (Haute-Garonne, Tarn-et-Garonne, Gers) – Programme P2 Paléolithique Inférieur du Piémont Pyrénéen* : Rapport de Prospection Thématique, 1997, 121 p., 27 plans, 23 pl. dessins, 23 diag. 1 schéma, 29 photos.
- MOIG Sébastien.- *Etude Historique et Archéologique du Canton de GRENAD-SUR-GARONNE - Villes de GRENADE-SUR-GARONNE, MERVILLE, DAUX* : Rapport de Prospection-Inventaire, 1995, 43 p., 37 fiches, 20 plans, 1 pl. dessin, 4 tabl., 3 photos.
- MOLET Henri., *TOULOUSE, 1 Place du Capitole* : Rapport de Surveillance Archéologique, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2004, 15p.
- MULLER André., *TOULOUSE, site du Cluzel* : Rapport de Fouilles de Sauvetage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1972,
- MULLER André., *TOULOUSE, site du Cluzel* : Rapport de Fouilles de Sauvetage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1974, 15 p.
- MULLER André., *TOULOUSE, site du Cluzel* : Rapport de Fouilles de Sauvetage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1976, 49 p.
- MULLER André., *TOULOUSE, site du Cluzel* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1978,
- MULLER André., *TOULOUSE, site du Cluzel: Rapport de Fouilles*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1979
- MULLER André., *TOULOUSE, site du Cluzel: Rapport de Fouilles*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1980
- MULLER André., *TOULOUSE, site du Cluzel: Rapport de Fouilles*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1982,
- MULLER André, *TOULOUSE, site du Cluzel: Rapport de Fouilles*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1983,
- MULLER André, *TOULOUSE, site du Cluzel: Rapport de Fouilles*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1984
- MULLER André., *TOULOUSE, site du Cluzel: Rapport de Fouilles*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1985
- MULLER André, *TOULOUSE, site du Cluzel: Rapport de Fouilles*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1986
- MULLER André., *TOULOUSE, site du Cluzel: Rapport de Fouilles*, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1987
- MURAT Laurence.-*CORDES-TOLOSANES, Abbaye de BELLEPERCHE* : Rapport de Suivi Archéologique de Travaux, 2006, 26 p. dont annexes, 1 plan, 3 annexes (3 plans, 4 p.tabl., 1 diag.stratigr., 13 photos).
- PAYA Didier, GENEVIEVE Vincent.- *TOULOUSE, Port Saint Sauveur* : DFS de Sondage d'Evaluation, 1999, 4 p., SRA.
- PETIT-AUPERT Catherine.- *Occupation des Sols dans le Département du GERS* : Rapport de Prospection Aérienne, Prospection Terrestre 1994, 42 p., 25 plans, 41 photos.
- POIGNANT Sébastien, avec la collab. DIEULAFIT Christine, GE Thierry, GERNIGON Karim, GE Thierry.- *ONDES, lieu-dit LES CREPIYS, Exploitation de sables et graviers* : D.F.S. de Sauvetage Urgent, 1997, 12 p., 9 plans.

- POIGNANT Sébastien avec la collab. GENEVIEVE Vincent, MOLET Henri.- *TOULOUSE, Musée des AUGUSTINS* : DFS d'Evaluation, 2000, 25 p.
- POIGNANT Sébastien., CATALO Jean., *TOULOUSE, Cité Judiciaire* : DFS d'Evaluation, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2001, 16 p.
- POIGNANT Sébastien. (dir.), *TOULOUSE, Musée des AUGUSTINS* : DFS d'Evaluation, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2000
- PONS Jacques.- *VERDUN-SUR-GARONNE, Place de l'Eglise* : Rapport de Diagnostic Archéologique, 1996, 26 p., 23 fig.
- PONS Jacques (dir.), GENEVIEVE Vincent., *TOULOUSE, Ilot Valade* : DFS de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1999, 29 p.
- PONS Jacques (dir.), CATALO Jean, MOLET Henri, *TOULOUSE, Ilot Valade* : DFS de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2000, 56p.
- PONS Fabrice.- *BLAGNAC, Lycée ZAC Andromède* : Rapport de diagnostic, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2002,
- PONS Fabrice.- *BLAGNAC, le site Protohistorique de CASSE FOURCAT – ZAC AéroConstellation – Une occupation de la fin de l'Age du Bronze* : DFS de Sauvetage Programmé. 2002, 71.SRA.
- PONS Fabrice.- *BLAGNAC – ZAC ANDROMEDE - Phase 5 - Lieux-dits COINAYS, LE FERRADOU, SAUZAS* - : Rapport de Diagnostic, 2005, 163 p., 63 plans, 25 relevés, 1 bloc stratigr., 11 logs stratigr., 3 courbes niveau, 22 pl. dessins, 5 tabl., 1 diagr..
- PONS Fabrice (dir.), *ZAC Andromède - Phase 5 (Blagnac - Haute-Garonne)* : Rapport de Diagnostic, I.N.R.A.P., S.R.A. Midi-Pyrénées, 2006, 163 p.
- PONS Fabrice (dir.), *ZAC Andromède-Pinot 2 (Blagnac-Haute-Garonne), Un établissement du Chasséen ancien dans le Toulousain*, INRAP, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2007, 149p.
- PONS Fabrice.- *BLAGNAC, ZAC ANDROMEDE – PINOT 2 – Un Etablissement du Chasséen Ancien dans le Toulousain* : Rapport Final de Fouilles, 2007, 149 p. (dont annexes), 34 plans, 1 bloc 3D, 1 log. stratigr., 1 modèle numér., 3 cartes hypsométr..
- PONS Fabrice, ARNOUX Thomas.- *BLAGNAC, ZAC Aéroconstellation – Réaménagement de la RD1* : DFS d'Evaluation Archéologique, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2001, 20 p.
- PONS Fabrice, avec la collab. ARNOUX Thomas, BERTRAN Pascal, LAGARRIGUE Anne.- *BLAGNAC, CORNEBARRIEU, ZAC AéroConstellation – Phase 1* : D.F.S de Diagnostic Archéologique 26/01, 2001, 113 p., 31 plans, 16 pl. dessins, 18 tabl., 11 photos
- PONS Fabrice, LACOMBE Sébastien.- *BLAGNAC, site de CASSAGNA 1* : D.F.S. d'Evaluation Archéologique, 2001a, 21p., 8 plans, 1 log stratigr., 2 pl.dessins, 2 photos
- PONS Fabrice, LACOMBE Sébastien.- *BLAGNAC, site de CASSAGNA 2* : D.F.S. d'Evaluation Archéologique, 2001b, 21p., 7 plans, 2 log stratigr., 1 pl.dessins, 2 photos
- PONS Fabrice, LACOMBE Sébastien.- *BLAGNAC, site de CASSAGNA 3* : D.F.S. d'Evaluation Archéologique, 2001c, 19p., 7 plans, 2 pl.dessins, 2 photos
- PONS Fabrice, LACOMBE Sébastien.- *BLAGNAC, le site de Casse-Fourcat* : D.F.S. d'Evaluation Archéologique, A.F.A.N. Antenne Grand-Sud-Ouest, 2001d, 19 p., 6 plans, 2 photos
- PONS Fabrice, LAGARRIGUE Anne.- *BLAGNAC, le site Protohistorique de CASSAGNA 3 – ZAC AéroConstellation – Un habitat de plein air du Bronze Ancien dans le Midi* : DFS de Sauvetage Programmé, 2002, 71. SRA

- PONS Fabrice, ARNOUX Thomas, LAGARRIGUE Anne, MOLET Henri.- *BLAGNAC, Z.A.C. Andromède Phase 2* : D.F.S. de Diagnostic Archéologique, 2003, 48 p., 24 plans, 2 pl.plans, 4 pl.dessins, 1 diagr., 1 tabl., 2 photos, 2 annexes
- PONS Fabrice, BEVILACQUA Roberta, BRUXELLES Laurent, CHALARD Pierre, JARRY Marc, MONTECINOS Annie, SALGUES Thierry, BOUDARTCHOUK Jean-Luc, LAGARRIGUE Anne.- *CASTELNAU-D'ESTRETEFONDS, le site Néolithique de FONTREAL* : DFS de Fouilles Préventives, 2003, 108 p., 88 fig., 4 tabl.
- PONS Fabrice, BOUDARTCHOUK Jean-Luc, GARDES Philippe, LAGARRIGUE Anne, MOLET Henri. *BLAGNAC, Z.A.C. ANDROMEDE Phase 3* : D.F.S. de Diagnostic Archéologique, 2004, 73 p., 30 plans, 6 pl.dessins, 5 photos, annexe (15 tabl.).
- PONS Fabrice, ARNOUX Thomas, BRUXELLES Laurent.- *BLAGNAC, COLOMIERS, CORNEBARRIEU – Terrain AIRBUS, Centre de Livraisons SAUROUS* : D.F.S. de Diagnostic Archéologique, 2005, 20 p., 11 plans, 1 tabl., annexe (1 tabl.).
- PONS Fabrice, avec la collab. BRUXELLES Laurent, SALGUES Thierry.- *Z.A.C. ANDROMEDE – GRAND NOBLE, Structures protohistoriques d'approvisionnement en eau dans la basse terrasse de la Garonne* : 2005a, 92 p., 17 plans, 7 relevés, 6 pl. dessins, 1 dessin, 8 tabl. 1 diagr., 6 photos, 7 annexes (2 tabl., 1 diagr., 1 invent.)
- PONS Fabrice, avec la collab. BRUXELLES Laurent, LAGARRIGUE Anne, MOLET Henri, ARNOUX Thomas, CALLEDE Fabien, FILHOL Christophe, GARDES Philippe, ONEZIME Olivier.- *BEAUZELLE, BLAGNAC, lieux-dits COINAYS, PINOT, GRAND-NOBLE, LE BARRICOU – Z.A.C. ANDROMEDE – Phase 4* : Rapport de Diagnostic, 2005b, 122 p., 29 plans, 12 logs stratigr., 35 relevés, 9 pl dessins.
- PONS Fabrice avec la collab. BRUXELLES Laurent, Georges Patrice, LAGARRIGUE Anne,- *BLAGNAC, Z.A.C. ANDROMEDE - GRAND NOBLE 2, Une nécropole protohistorique à incinération* : Rapport Final de Fouilles, 2007, 49.p, 24 plans, 6 relevés, 1 log. stratig., 7 dessins, 5 tabl. 10 photos, 4 annexes (2 tabl., 2 listings).
- POUSTHOMIS-DALLE Nelly. (dir.), *TOULOUSE, Ancien Grand Prieuré de SAINT-JEAN—DE-JERUSALEM* : DFS de sondages d'Evaluation (Hôtel Saint-Jean), S.R.A. Midi-Pyrénées, 2001, 43p.
- POUSTHOMIS-DALLE Nelly. (dir.), *TOULOUSE, Ancien Grand Prieuré de SAINT-JEAN—DE-JERUSALEM : Projet de Recherche* : Rapport Intermédiaire de Fouilles Programmées Triennales (Hôtel Saint-Jean), S.R.A. Midi-Pyrénées, 2004, 258p., 27 plans, 1 relevé, 2 dessins, 58 tabl. 1 graph., 20 diagr., 18 photos, 4 annexes.
- POUSTHOMIS-DALLE Nelly. (dir.), *TOULOUSE, Ancien Grand Prieuré de SAINT-JEAN—DE-JERUSALEM : Projet de Recherche* : Rapport Intermédiaire d'Etude et de Fouilles Programmées Triennales (Hôtel Saint-Jean), S.R.A. Midi-Pyrénées, 2005, 272p.
- POUSTHOMIS-DALLE Nelly. (dir.), *TOULOUSE, Ancien Grand Prieuré de SAINT-JEAN—DE-JERUSALEM* : Projet de Recherche : Rapport Final d'Etude et de Fouilles Programmées Triennales 2004-2006, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2008, 487p.
- POUSTHOMIS-DALLE Nelly, avec la collab. CATALO Jean.- *TOULOUSE, Ancien Grand Prieuré de SAINT-JEAN-DE-JERUSALEM* : DFS de Sondages d'Evaluation (Hôtel SAINT-JEAN), 2001, 43p.
- POUSTHOMISE Nelly, avec la collab., CALMES Christophe, CARME Rémi, COMELONGUE Marc, DORMOY Christian, FIGUEIRAL Isabel, FOURNIE Michelle, HALLAVANT Charlotte, MACE Laurent, PORTET Nicolas, RUAS marie-Pierre, SUAU Bernadette, MOULHERAT Christophe, VOUVE Frédérique.- *TOULOUSE, Ancien Grand Prieuré de SAINT-JEAN-DE-JERUSALEM* : Rapport Intermédiaire d'Etude et Fouilles Programmées Triennales (Hôtel SAINT-JEAN), 2005, 272 p., 54 plans, 6 pl. plans, 14 dessins, 6 pl. dessins, 39 tabl., 31 diagr., 72 photos, 10 pl. photos, 2 annexes.

- PRADALIE Gérard.- *CASTELSARRASIN, Motte de GANDALOU* : Rapport de Fouilles, 1980, 8p., 14 pl., 8 photos.
- PRADALIE Gérard., *TOULOUSE, Saint-Pierre-des-Cuisines* : Rapport de sondages, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1982, 4 p.
- PRADALIE Gérard., *TOULOUSE, Saint-Pierre-des-Cuisines* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1983, 6 p.
- PRADALIE Gérard., *TOULOUSE, Saint-Pierre-des-Cuisines* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1984, 8 p.
- PRADALIE Gérard avec la collab. PAILHE J.-Ph.- *CASTELSARRASIN, Puits de la Motte de GANDALOU* : Rapport de Fouilles, 1981, 3 p. 15 fig.
- PRATVIEL T., *Inventaire archéologique du canton de Verdun-sur-Garonne et occupation du sol*, Mémoire de Maîtrise d'histoire, Histoire de l'Art et Archéologie, Université Toulouse-Le Mirail, 1989, 2 vol., 270 p.
- RANCHE Christophe, avec la collab. BRUXELLES Laurent, JARRY Marc, VANESSA Léa.- *SEILH, lieu-dit CHATEAU-PERCIN* : Rapport de Diagnostic, 2006, 37 p., 4 plans, 15 photos, 1 pl. photos, 2 annexes (fiches structures : 2 tabl.).
- REQUI Christophe avec la collab. MOLET Henri, LE NOHEH Christine, RODET-BELARBI isabelle.- *CASTELNAU-D'ESTRETEFONDS, site de l'OURMEDE* : DFS de Sauvegarde Programmé, A.F.A.N., S.R.A. Midi-Pyrénées, 1999, 57 p. SRA.
- REQUI Christophe. (dir), VEYSSIERE Frédéric., *TOULOUSE, 79 rue du Férétra* : Rapport de Diagnostic Archéologique, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2003, 12p., 8 plans, 5 photos, annexe (1 tabl. Inv.)
- REQUI Christophe, avec la collab. BENCQUET Laurence, BRUXELLES Laurent, PISANI Pierre, DAUSSY Axel.- *TOULOUSE, 15 Chemin de la Flambère* : Rapport de Diagnostic, 2007b, 44 p., 14 plans, 14 logs. stratigr., 24 photos, annexes (8 tabl. biblio).
- REQUI Christophe, avec la collab. BENCQUET Laurence, BRUXELLES Laurent, DAUSSY Axel, LELOUVIER Laure-Amélie, PONS Fabrice.- *TOULOUSE, 12 Chemin de la Flambère* : Rapport de Diagnostic, 2007c, 41 p., 14 plans, 3 logs. stratigr., 2 pl. dessins, 2 tabl. 9 photos, 3 annexes (6 tabl.)
- REQUI Christophe. (dir.), *TOULOUSE, 12 Chemin de la FLambère* : Rapport de Diagnostic, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2007a, 41p.
- REQUI Christophe. (dir.), *TOULOUSE, 15 Chemin de la Flambère* : Rapport de Diagnostic, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2007b, 44p.
- REVEL Jean-Claude, *TOULOUSE, Coteaux de Pech-David, Gisement Quaternaire du Nouvel Hôpital Militaire* : Rapport de Fouilles de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1984, 3p.
- RICO Christian., FINCKER Myriam. (dir.)avec la collab. LABARTHE Jean-Michel, *TOULOUSE, Amphithéâtre de PURPAN* : Rapport de Fouille Programmée, Rapport sur la campagne de fouilles de Juin 2002, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2001, 6 p
- SALGUES Thierry, avec la collab. BRUXELLES Laurent, LAGARRIGUE Anne, MARTIN Marie-Hélène.- *BLAGNAC, lieu-dit PINOT « ZAC Andromède » - Les témoins d'une occupation de la vallée de la Garonne à la fin de l'âge du Bronze* : Rapport Final de Fouilles, 2005, 76 p., 58 plans, 1 log. stratigr. 8 pl. dessins, 13 tabl., 11 photos.
- SALMON Christian, ARNOUX Thomas.- *GRENADE, lieu-dit LAGOUTOUL, Site Néolithique* : D.F.S. d'une Opération d'Archéologie Préventive (Diagnostic), 2005, 51 p., 7 plans, 3 pl.dessins, 1 tabl. 13 photos.
- SALMON Christian.- *BLAGNAC, Place des Arts* : D.F.S. de Diagnostic, 2005, 30 p., 6 plans.

- SAVÈS Georges, FOUET Georges, *TOULOUSE, le gué antique dans la Garonne (Gué du BAZACLE) – Découvertes de son Aménagement et d'un très abondant Mobilier Antique et Médiéval* : Rapport de Sondage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1971, 120p., 6 plans (1 plan photos), 8 photos (1 plan photo), 1 photo aérienne.
- SAVÈS Georges., FOUET Georges., *TOULOUSE, le gué antique dans la Garonne (Gué du BAZACLE)* : Compte-rendu sommaire de Sondage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1972, 8p., 1 plan, 1 photo, 1 carte postale.
- SAVÈS Georges., FOUET Georges., *TOULOUSE, le gué antique dans la Garonne (Gué du BAZACLE)* : Compte-rendu sommaire de Sondage 1973, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1973, 12p.
- SERVICE REGIONAL DE L'ARCHEOLOGIE, *TOULOUSE, 10 rue Saint-Anne* : Rapport de Sondages d'Evaluation, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1990
- SERVICE REGIONAL DE L'ARCHEOLOGIE, GAIFFE Olivier., *TOULOUSE, Hôtel SAINT-JEAN* : Rapport d'Evaluation Archéologique (Ancien Grand Prieuré des Chevaliers de SAINT-JEAN-DE-JERUSALEM), S.R.A. Midi-Pyrénées, 1997, 8p., 6 plans, 15 photos.
- SIMONNET Georges.- *TOULOUSE, Gisement Néolithique Chasséen de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, 1965, 25 p., 1 note (7 p.), 2 plans, 2 pl. plans, 1 tabl., 56 photos.
- SIMONNET Georges., *TOULOUSE, Gisement Néolithique Chasséen de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1966, 25p.
- SIMONNET Georges., *TOULOUSE, Gisement Néolithique Chasséen de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1967, 34p.
- SIMONNET Georges., *TOULOUSE, Gisement Néolithique Chasséen de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1968, 42p.
- SIMONNET Georges., *TOULOUSE, Gisement Néolithique Chasséen de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1969, 8p.
- SIMONNET Georges., *TOULOUSE, Gisement Néolithique Chasséen de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1970a, 15p.
- SIMONNET Georges.- *SEILH, Station Néolithique de CHATEAU-PERCIN* : Rapport de Fouilles, 1970b, 8 p., 1 plan, 6 photos.
- SIMONNET Georges., *TOULOUSE, Gisement Néolithique Chasséen de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1971a, 3p.
- SIMONNET Georges.- *SEILH, Station Néolithique de CHATEAU-PERCIN* : Rapport de Fouilles, 1971b, 4 p., 8 photos.
- SIMONNET Georges., *TOULOUSE, Gisement Néolithique Chasséen de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1972a, 2p.
- SIMONNET Georges.- *SEILH, Station Néolithique de CHATEAU-PERCIN* : Rapport de Fouilles, 1972b, 10 p., 15 photos.
- SIMONNET Georges., *TOULOUSE, Gisement Néolithique Chasséen de SAINT-MICHEL-DU-TOUCH* : Rapport de Fouille de Sauvetage Urgent, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1973a, 12p.
- SIMONNET Georges.- *SEILH, Station Néolithique de CHATEAU-PERCIN* : Rapport de Fouilles, 1973b, 10 p., 1 plan, 12 photos.
- SIMONNET Georges.- *SEILH, Station Néolithique de CHATEAU-PERCIN* : Rapport de Fouilles, 1974, 9 p., 2 plans.

- SIREIX Christophe.- *BLAGNAC, site de RASPIDE 1 – ZAC AéroConstellation, Un exemple de ferme indigène de la fin du Second Âge du Fer en Toulousain* : DFS de Fouilles Préventives, 2001, 3, 148 SRA.
- SOYER Claire., *TOULOUSE, place Saint-Jacques* : Rapport de Sondage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1989
- TCHEREMISSINOFF Yaramila, JARRY Marc .- *BLAGNAC, site de CASSAGNA 2, Occupations Néolithique et Protohistorique (Commune de Blagnac, Haute-Garonne)* : Rapport de Sauvetage Urgent, I.N.R.A.P., S.R.A. Midi-Pyrénées, 2002, 123 p., 52 plans, 2 pl.plans, 17 pl.dessins, 1 tabl., 5 graph., 1 diag., 36 photos, 39 tabl., annexe
- TOLEDO i MUR Assumpcio, avec la collab. CHUNIAUD Kristell, MERLEAU Marie-Luce, MARLIÈRE Pascale.- *BLAGNAC, site de GANELLOU, Un habitat Rural de Plaine à la fin de l'Age du Fer* : D.F.S. de Sauvetage Programmé, 2002, 18 p., 15 plans, 10 pl.plans, 22 pl.dessins, 1 tabl.dessins, 8 tabl., 1 graph., 11 photos, annexe
- TONON Stéphanie., *TOULOUSE, Cloître de la Cathédrale Saint-Etienne (cour Sainte-Anne)* : DFS d'Evaluation Archéologique, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2001, 16 p.
- UGAGLIA Evelyne.- *MOISSAC, Place Durand de Bredon, rue Marcassas, Place Roger Delthil* : Rapport de Fouilles, 1985, 169 p., 5 plans, 3 plans-coupes, 25 pl., 195 photos
- URSET Nadia.- *GRISOLLES, sites de MENGONIS, CRESPIYS* : Rapport d'Activité (Collège de Grisolles), 1983, 10p., 2 plans, 4 fig.
- URSET Nadia.- *CASTELSARRASIN* : Rapport de Prospection au sol, 1991, 33 p., 2 plans cad.
- VEYSSIERE Frédéric. (dir.), *TOULOUSE, 105 rue Saint-Roch* : Rapport de Diagnostic, S.R.A. Midi-Pyrénées, 2006, 45p.
- VEYSSIERE Frédéric, avec la collab. ARNOUX Thomas, BERTHELOT Erwann, BRUXELLES Laurent, CALLEDE Fabien, CAZES Daniel, CHANDEVEAU Frédérick, DAYRENS Olivier, GARCAM Céline, GENEVIEVE Vincent, JARRY Marc, LAGARRIGUE Anne, MACABEO Ghislaine, MARTIN Hélène, MARTY Pierre, MILLER Pierre, *BEAUZELLE, L'occupation antique du BARRICOU* : Rapport final d'opération, I.N.R.A.P., S.R.A. Midi-Pyrénées, 494 p., 2 vol., 124 fig.
- VEYSSIERE Frédéric, avec la collab. ALBERGHI Laurence, BOISSEAU Béatrice, CALLEDE Fabien, MARTY Pierre, MERLEAU Marie-Luce, VIERS Catherine.- *TOULOUSE, 105 rue Saint-Roch* : Rapport de Diagnostic, 2006, 45 p. (dont annexes : tabl., invent.), 22 plans, 3 pl. dessins, 2 tabl. 1 graph., 1 diag., 9 photos.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, place du Capitole* : Rapport de Sondage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1971, 12 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Nécropole Saint-Roch, Puits Funéraire n°28* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1973a, 5 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Nécropole Saint-Roch, Puits Funéraire n°29* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1973b, 7 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Nécropole Saint-Roch, Puits Funéraire n°30* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1973c, 9 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, place Saint-Jacques* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1973d, 6 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Quartier Saint-Georges, rue Saint-Jérôme* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1973e
- VIDAL Michel.- *BLAGNAC, lieu-dit LAS PEYROUS, Vestiges d'un édifice Gallo-romain* : Rapport, 1973f, 13 p. Notes (4 p.), 6 plans, 2 relevés, 10 pl. dessins, 131 photos, annexe (1 p.).

- VIDAL Michel.- *TOULOUSE, Quartier Saint-Georges, rue Saint Jérôme* : Rapport de Fouilles, 1973g, 14 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Fosses n°1 et 2* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1974a, 4 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Fosse n°3* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1974b, 7 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Fosse n°4* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1974c, 5p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°26* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1974d, 6 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°32* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1974e, 7 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°33* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1974f, 7 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°34* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1974g, 6 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°35* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1974h, 1 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Nécropole de Saint-Aubin* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1974i, 5 p.
- VIDAL Michel.- *BLAGNAC, Villa de « LAS PEYROUS »* : Rapport, 1974j, 8 p., notes (3 p.), 3 plans, 7 pl. dessins, 98 photos, annexe (2 p).
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Fosse n°5* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1976a, 1 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°36* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1976b, 5 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°37* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1976c, 3 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°38* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1976d, 2 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°39* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1976e, 5 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°40* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1976f, 5 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, site du Cluzel, Puits à eau* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1976g, 2 p.
- VIDAL Michel.- *BLAGNAC, lieu-dit « LAS PEYROUS »* : Rapport, 1976h, 2 p., 2 pl. dessins.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, point A, Gisement de La Tène III* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1977a, 2 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°41* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1977b, 7 p.

- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°42* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1977c, 5 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°43* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1977d, 3 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°44* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1977e, 4 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°45*, Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1977f, 3 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Site d'Empalot, Puits Funéraire n°46* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1977g, 2 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, site du Cluzel, point B – 1976-1977* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1977h
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, site du Cluzel, Habitat semi-enterré 1 – 1976-1977* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1977i, 5 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, site du Cluzel, Habitat semi-enterré 2 – 1976-1977* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1977j, 3 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, site du Cluzel, Fosse 3 – 1976-1977* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1977k, 2 p.
- VIDAL Michel., *TOULOUSE, Quartier Saint-Roch, rue du Férétra, Puits Funéraire n°49* : Rapport de Fouille de Sauvetage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1985, 4 p.
- VIDAL Michel.- *Aux origines de TOLOSA, Culture et Société dans la Région de Toulouse, du Bonze Final à l'Epoque Augustéenne* : Rapport de l'Action Collective de Recherche 2006, 2 T. T.1 : 82 p., 17 plans, 4 tabl. 42 photos, 4 annexes -T.2 200 p., 3 tabl.
- VIDAL Michel., MARTY B.ernard, *TOULOUSE, rue Capus, Puits Funéraires n°47* : Rapport de Fouille, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1982
- VIDAL Michel., MULLER A., *TOULOUSE, Nécropole Saint-Roch, Puits Funéraire n°27* : Rapport de Fouilles, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1969, 6 p.
- VILLEVAL Gérard., FAVRE Madeleine. (dir.), avec la collab. BOIVERT M., LASSURE Jean Michel, LASSURE C., RTOECKEL M., MARIGO Alain.- *TOULOUSE, Site de l'HOTEL DE PIERRE, 25 rue de la Dalbade, Fosses Médiévales* : Rapport de Fouilles de Sondage, S.R.A. Midi-Pyrénées, 1962, 15p.,
- VEYSSIERE Frédéric, avec la collab. ARNOUX Thomas, BERTHELOT Erwann, BRUXELLES Laurent, CALLEDE Fabien, CAZES Daniel, CHANDEVEAU Frédérick, DAYRENS Olivier, GARCAM Céline, GENEVIEVE Vincent, JARRY Marc, LAGARRIGUE Anne, MACABEO Ghislaine, MARTIN Hélène, MARTY Pierre, MILLER Pierre, *BEAUZELLE, L'occupation antique du BARRICOU* : Rapport final d'opération, I.N.R.A.P., S.R.A. Midi-Pyrénées, 494 p., 2 vol., 124 fig.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Atlas du paléo-environnement de la plaine alluviale du Rhône entre les Alpes et Valence (Bravard et al. 2008)	26
Figure 2: Localisation des fleuves mentionnés dans le texte	29
<i>Figure 3 : Synthèse de l'évolution holocène des cours d'eau mentionnés dans le texte</i>	47
Figure 4: Définition de la variabilité du risque en fonction de l'aléa et de l'enjeu	49
Figure 5 : Synthèse de l'évolution de l'occupation dans les plaines alluviales des fleuves mentionnés dans le texte	65
Figure 6 : Synthèse de l'évolution géomorphologique et anthropique des plaines alluviales des fleuves continentaux mentionnés dans le texte	67
Figure 7 : Synthèse de l'évolution géomorphologique et anthropique des plaines alluviales des fleuves nationaux mentionnés dans le texte	68
Figure 8 : Localisation des terrasses alluviales dans la vallée de la Garonne.....	76
Figure 9 : Les segments de la Garonne entre les Pyrénées et la Gironde	78
Figure 10: Réseau hydrographique entre Toulouse et la confluence du Tarn.....	81
<i>Figure 11: Les unités morphologiques de la zone d'étude</i>	82
Figure 12 : Localisation des secteurs préférentiels	86
Figure 13 : Localisation du site de la confluence Hers-Garonne et coupe topographique de la plaine alluviale	88
Figure 14 : Localisation du secteur de Verdun-sur-Garonne et coupe topographique de la plaine alluviale	89
Figure 15 : Localisation du Secteur Nord et coupe topographique de la plaine alluviale à Bourret (n°1) et Saint-Porquier (n°2)	91
Figure 16 : Localisation du corpus archéologique de la zone d'étude	100
Figure 17 : à gauche, plateforme de carottage APAGEO 23D. A droite, localisation des sondages dans le secteur de Saint-Porquier	107
Figure 18 : Localisation des sondages dans le secteur de Verdun-sur-Garonne.....	107
Figure 19 : Localisation schématique des coupes stratigraphiques relevées dans les gravières de Castelnau-d'Estrétefonds (gauche) et de Bourret (droite)	109
Figure 20 : Localisation des sites archéologiques référencés dans la zone d'étude, du Paléolithique à l'Epoque Moderne.....	117
Figure 21 : Répartition typologique des sites archéologiques : sans (gauche) et avec (droite) discrimination chronologique	119
Figure 22 : Représentation de la densité d'après la méthode des quadrats à l'échelle de la vallée..	121
Figure 23 : Représentation graphique du nombre de sites archéologiques répertoriés par commune, dans le sens amont-aval	122
Figure 24 : Représentation de la densité de sites archéologiques de la vallée de la Garonne d'après la méthode Kernel.....	123
Figure 25 : Représentation graphique du nombre de sites issus de découvertes fortuites et d'opérations préventives par communes (sens amont-aval).....	124
Figure 26 : Représentation graphique de la normalisation par la durée du nombre de site par période, dans la vallée et dans la plaine alluviale	125
Figure 27 : Représentation de la densité de sites archéologiques de la basse plaine de la Garonne d'après la méthode Kernel	131

Figure 28 : Répartition communale des sites archéologiques de la plaine alluviale	132
Figure 29 : Représentation de la densité de sites archéologiques par commune dans la plaine alluviale	133
Figure 30 : Représentation graphique de la localisation géomorphologique des sites archéologiques par communes.....	135
Figure 31 : Répartition chronologique générale (en haut) et communale de la vallée (en bas)	137
Figure 32 : Représentation graphique des périodes chronoculturelles en fonction des unités géomorphologiques d'implantation.....	139
Figure 33 : Localisation des sites archéologiques du Paléolithique	141
Figure 34 : Localisation des sites archéologiques du Néolithique	145
Figure 35 : Localisation des sites archéologiques de l'Âge du Bronze	151
Figure 36 : Localisation des sites archéologiques de l'Age du Fer	157
Figure 37 : Localisation des sites archéologiques antiques.....	162
Figure 38 : Localisation des sites archéologiques médiévaux.....	167
Figure 39 : Courbes cumulatives de sites archéologiques chronologiquement attribués par rapport au chenal garonnais	172
Figure 40 : Schéma comparatif des taux de variation du peuplement dans la vallée et dans la plaine	175
Figure 41 : Localisation de la zone de travail dans le secteur de Castelnau-d'Estrétefonds	178
Figure 42 : Relevé synthétique de la coupe Castel 1	179
Figure 43 : Représentation graphique du profil ERT de la Confluence Hers-Garonne.....	182
Figure 44 : Synthèse des données de Castel 1 (d'après Carozza et al. 2013)	184
Figure 45 : Log synthétique de la coupe Castel 2.....	187
Figure 46 : Mesures de la susceptibilité magnétique de Castel 2	189
Figure 47 : Synthèse des données acquises sur la coupe Castel 2 (d'après Carozza 2012)	191
Figure 48 : Estimation de la vitesse de sédimentation dans le secteur de Castelnau-d'Estrétefonds	192
Figure 49 : Synthèse de l'organisation sédimentaire de la plaine alluviale dans la zone de confluence Hers/Garonne.....	193
Figure 50 : Localisation des zones de travail de Verdun-sur-Garonne.....	195
Figure 51 : Log synthétisé du carottage de Borde-Haute.....	196
Figure 52 : Log synthétique du carottage de Grégoire.....	199
Figure 53 : Log synthétique du carottage de Pichoré	201
Figure 54 : Localisation des zones de travail dans la gravière de Bourret	204
Figure 55 : Coupe transversale de la plaine alluviale à Bourret d'après les données du BRGM	205
Figure 56 : Log synthétique de Bourret 1	206
Figure 57 : Log synthétique de Bourret 2.....	208
Figure 58 : Relevé photographique de la berme sud de la fosse d'extraction de la gravière de Bourret	210
Figure 59 : Représentation graphique du profil ERT de Bourret.....	211
Figure 60 : Synthèse des données obtenues sur le secteur de Bourret.....	215
Figure 61 : Localisation des zones de travail dans le secteur de Saint-Porquier.....	217
Figure 62 : Log synthétique de PDC 1	218
Figure 63 : Log synthétique de PDC 3.....	220
Figure 64 : Logs synthétiques de GAB 1-3 et 2-1.....	222
Figure 65 : Log synthétique de RAN 2	224

Figure 66 : Log synthétique de RAN 3	226
Figure 67 : Courbe de poids (g/cm ³) de matière organique et de carbonates dans RAN 3	227
Figure 68 : Courbe de susceptibilité magnétique de RAN 3.....	229
Figure 69 : Diagramme palynologique obtenu sur le carottage RAN 3.....	231
Figure 70 : Synthèse de la carotte RAN 3 de Saint-Porquier : sédimentologie, susceptibilité magnétique, perte au feu, palynologie, datation ¹⁴ C et relative	235
Figure 71 : Synthèse de l'évolution géoarchéologique de la Moyenne Garonne toulousaine depuis la fin du Pléniglaciaire	245

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Comparatif des données hydrologiques des fleuves ouest-européens	34
Tableau 2 : Tri croissant du rapport plaine alluviale/surface totale par commune dans la zone d'étude	96
Tableau 3 : Nombre de rapports d'opérations archéologiques par commune sur la zone d'étude.....	98
Tableau 4 : Moteurs de recherche et mots-clés utilisés pour l'actualisation des données archéologiques	99
Tableau 5 : Liste des supports intégrés dans le SIG	104
Tableau 6 : Répartition du nombre de sites archéologiques par communes	118
Tableau 7 : Répartition chronologique des sites archéologiques	119
Tableau 8 : Répartition des sites archéologiques par unités morphologiques.....	127
Tableau 9 : Répartition typologique des sites archéologiques en fonction de leur localisation géomorphologique	128
Tableau 10 : Répartition communale des sites archéologiques dans la plaine alluviale	130
Tableau 11 : Densité de l'occupation sur les différentes unités fonctionnelles de la plaine alluviale	134
Tableau 12 : Répartition chronologique des sites archéologiques dans les moitiés amont et aval de la vallée de la Garonne.....	138
Tableau 13 : Répartition typologique des vestiges par périodes chronoculturelles.....	139
Tableau 14 : Répartition géomorphologique des vestiges paléolithiques.....	141
Tableau 15 : Répartition géomorphologique des vestiges néolithiques.....	144
Tableau 16 : Répartition géomorphologique des vestiges de l'âge du Bronze.....	151
Tableau 17 : Répartition géomorphologique des vestiges de l'âge du Fer	157
Tableau 18 : Répartition géomorphologique des vestiges antiques.....	163
Tableau 19 : Répartition géomorphologique des vestiges médiévaux	167
Tableau 20 : Liste des datations radiocarbone de Castel 1 (Castelnau-d'Estrétefonds).....	183
Tableau 21 : Liste des datations radiocarbone de Castel 2 (Castelnau-d'Estrétefonds).....	190
Tableau 22 : Liste des datations du secteur de Bourret.....	212
Tableau 23 : Liste des datations du secteur de Saint-Porquier	230

TABLE DES PHOTOGRAPHIES

Photographie 1 : A gauche, la Garonne à Toulouse. A droite, la Garonne à Saint-Nicolas de la Grave 80

Photographie 2 : L'installation pour la mesure de la résistivité électrique (à gauche le Terramètre, à droite le raccordement d'une électrode)..... 110

ANNEXE 1

LISTING DES SITES ARCHÉOLOGIQUES

Commune	Site archéologique	Détails	Chronologie	Date déc.	Source
AUCAMVILLE (31)	BOURREL	Occupation	Antiquité indé.		Massendari, 2006
	BOURREL	Cimetière, inhumation	Antiquité tardive		Massendari, 2006
	BOURREL	Cimetière, inhumation	Haut Moyen-âge		Massendari, 2006
	LACOURTENSOURT	Mobilier, sépultures	Antiquité indé.	1840	Massendari, 2006
	LE MAZURIE	Sépulture	Antiquité indé.	1955	Massendari, 2006
	LE MAZURIE	Sépulture	Moyen-âge indé.	1957	Massendari, 2006
	LACOURTENSOURT	Eglise	Moyen-âge indé.		Calmès, 2000
AUCAMVILLE (82)	RIGOULETTE	Occupation	Age du Bronze ancien	1983	PATRIARCH
	NOLET		Néolithique récent & final	1970	PATRIARCH
	LAMOURETTE	Occupation	Paléolithique ancien	1984	PATRIARCH
	TOURNEFEUILLE	Occupation	Néolithique indé.	1993	PATRIARCH
	FONDEMENGE	Occupation	Paléolithique indé.		PATRIARCH
	VILLAGE	Village	Moyen-âge indé.	1989	PATRIARCH
	LE TAIL	Cimetière, inhumation	Haut Moyen-âge	1960	Marévaud-Tardiveau 2007
	LA TRANCHE	Château fort	Bas Moyen-âge	1989	PATRIARCH
	MARGUESTAUD	Château fort	Moyen-âge indé.	1989	PATRIARCH
	SAINT-PIERRE-DE-MERDANS	Etablissement rural	Antiquité indé.	1869	Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Eglise	Epoque moderne	1989	PATRIARCH
	COMMUNE	Occupation	Antiquité indé.	1989	PATRIARCH
	SAINT-MARTIN	Eglise	Moyen-âge indé.	1989	PATRIARCH
	VILLAGE	Château fort	Moyen-âge indé.	1989	PATRIARCH
	VILLAGE	Défense, rempart	Moyen-âge indé.	1989	PATRIARCH
	VILLAGE	Eglise	Moyen-âge indé.	1989	PATRIARCH
	NOLET	Cimetière, inhumation	Haut Moyen-âge		Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT-PIERRE-DE-MERDANS	Eglise	Haut Moyen-âge	1989	Pratviel 1989
	FONDEMENGE	Occupation	Antiquité indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT-JEAN	Chapelle	Haut Moyen-âge	1989	PATRIARCH
	FONDEMENGE	Nécropole, céramiques, verre, plomb	Antiquité indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	COUTURE	Sépulture, tegulae, céramiques	Antiquité indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	LA PIGEONIERE	Occupation	Antiquité indé.	1989	Marévaud-Tardiveau 2007
	NOLET		Age du Bronze ancien	1970	Marévaud-Tardiveau 2007
	NOLET	Villa	Antiquité indé.	1972	Marévaud-Tardiveau 2007
BEAUZELLE	D2A	Bâtiment	Néolithique indé.		PATRIARCH
	PINOT 2	Occupation	Néolithique moyen	2005	Pons <i>et al.</i> 2005b, Pons <i>et al.</i> 2007
	GRAND NOBLE 3	Funéraire	Age du Fer indé.	2005	Georges <i>et al.</i> 2007
	GRAND NOBLE 3	Funéraire	Antiquité indé.	2005	Georges <i>et al.</i> 2007
	BARRICOU	Villa, funéraire	Antiquité tardive	2004	Pons <i>et al.</i> 2001, Pons <i>et al.</i> 2004, Pons <i>et al.</i> 2005b, Veyssière <i>et al.</i> 2006
	BARRICOU	Villa	Haut Empire	2004	Pons <i>et al.</i> 2001, Pons <i>et al.</i> 2004, Pons <i>et al.</i> 2005b, Veyssière <i>et al.</i> 2006
	BARRICOU	Occupation	Second âge du Fer	2004	Pons <i>et al.</i> 2001, Pons <i>et al.</i> 2004, Pons <i>et al.</i> 2005b, Veyssière <i>et al.</i> 2006
	BARRICOU	Funéraire	Haut Empire	2005	Pons <i>et al.</i> 2005b
	BARRICOU	Mobilier	Paléolithique indé.	2004	Pons <i>et al.</i> 2001, Pons <i>et al.</i> 2004, Pons <i>et al.</i> 2005b, Veyssière <i>et al.</i> 2006

	BARRICOU	Occupation	Haut Empire	2005	Pons <i>et al.</i> 2005b
	BARRICOU	Puit, mobilier, occupation	Age du Bronze final	2004	Pons <i>et al.</i> 2001, Pons <i>et al.</i> 2004, Pons <i>et al.</i> 2005b, Veyssière <i>et al.</i> 2006
BESSENS	LAPEYRIERE		Paléolithique ancien		PATRIARCH
	MONFOURCAU	Indices de fanum	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	AU VILLAGE	Motte castrale	Moyen-âge central		Marévaud-Tardiveau 2007
	MONFOURCAU	Architecture militaire	Moyen-âge central		Marévaud-Tardiveau 2007
		Vestiges mobiliers	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	CHEMIN DES PALANQUES	Structures de combustion à galets chauffés	Age du Bronze indét.	2011	Cantournet <i>et al.</i> 2011
	CHEMIN DES PALANQUES	Fosses, fossés, puit	Bas Moyen-âge	2011	Cantournet <i>et al.</i> 2011
BLAGNAC	CHATEAU UZOU	Fosse	Néolithique indét.		PATRIARCH
	RUE CARRIERE	Fosse	Néolithique indét.		PATRIARCH
	RUE CARRIERE	Fosse	Néolithique indét.		PATRIARCH
	LE RIOU	Hache	Néolithique indét.		PATRIARCH
	COINAYS	Enclos et bâtiments	Haut Empire	2005	Pons <i>et al.</i> 2006
	LE PESEUR		Antiquité indét.		PATRIARCH
	RUE SARAZINIERE	Mur	Antiquité indét.	1987	Bonzom 1987
	RAPSIDE 1	Occupation	Age du Bronze final	2001	Sireix <i>et al.</i> 2007
	RAPSIDE 1	Occupation	Second âge du Fer	2001	Cavalin 2001, Sireix <i>et al.</i> 2002
	RAPSIDE 2	Indéterminé	Paléolithique moyen	2001	Jarry, Colonge 2001, Colonge <i>et al.</i> 2002
	PLACE DES ARTS	Occupation	Moyen-âge indét.	1989	Bonzom <i>et al.</i> 1989
	PLACE DES ARTS	Occupation	Antiquité indét.	1989	Bonzom <i>et al.</i> 1989, Salmon <i>et al.</i> 2005
	CASSAGNA 1	Occupation	Néolithique moyen	2001	Pons et Lacombe 2001a, Lacombe 2002
	CASSAGNA 1	Occupation	Age du Bronze ancien	2001	Lacombe 2002
	CASSAGNA 2	Occupation	Néolithique récent & final	2001	Pons, Lacombe 2001b, Tcheremissnoff <i>et al.</i> 2002
	CASSAGNA 2	Occupation	Age du Bronze final	2001	Pons, Lacombe 2001b, Tcheremissnoff <i>et al.</i> 2002
	CASSAGNA 3	Occupation	Age du Bronze ancien	2001	Pons, Lacombe 2001c, Pons, Lagarrigue 2002, Pons, Lagarrigue 2003
	FERRIE	Occupation	Age du Bronze final	2001	Marsac 2001a
	FERRIE	Occupation, voie de circulation	Antiquité indét.	2001	Marsac 2001a
	PLACE DE L'EGLISE	Eglise	Moyen-âge indét.	1995	Bonzom et Pons 1995, Bonzom <i>et al.</i> 2000
	GANELLOU	Habitat	Second Age du Fer	2001	Marsac 2001b, Toledo i Mur 2002
	GRAND NOBLE	Occupation	Age du Bronze final	2003	Pons <i>et al.</i> 2005a, Lagarrigue, Pons 2008
	GRAND NOBLE	Puits, fosses	Second âge du Fer	2005	Pons <i>et al.</i> 2005a
	GRAND NOBLE	Nécropole	Premier Age du Fer	2006	Pons <i>et al.</i> 2005b, Pons <i>et al.</i> 2007
	FERRADOU	Etablissement	Néolithique récent & final	2005	Pons <i>et al.</i> 2005c
	FERRADOU	Fossé	Second Age du Fer	2005	Pons <i>et al.</i> 2005c
	FERRADOU	Enclos et bâtiments	Haut Empire	2005	Pons <i>et al.</i> 2005c
	FERRADOU	Funéraire	Moyen-âge indét.	2005	Pons <i>et al.</i> 2005c
	PINOT	Foyer, fosses, épandage	Age du Bronze final	2004	Pons <i>et al.</i> 2001, Pons <i>et al.</i> 2004, Salgues <i>et al.</i> 2005, Pons <i>et al.</i> 2005b
	PINOT	Fossé	Antiquité indét.	2004	Pons <i>et al.</i> 2001, Pons <i>et al.</i> 2004, Salgues <i>et al.</i> 2005, Pons <i>et al.</i> 2005b
	PINOT	Foyer	Moyen-âge indét.	2004	Pons <i>et al.</i> 2001, Pons <i>et al.</i> 2004, Salgues <i>et al.</i> 2005, Pons <i>et al.</i> 2005b
	LES PEYROUS	Villa	Antiquité indét.	1974	Labrousse 1974, 1976, Vidal 1973, 1974, 1976

	PLACE DE L'EGLISE	Edifice	Antiquité indé.	1995	Bonzom et Pons 1995
	CASSE-FOURCAT	Trou de poteau, fosses, puits	Age du Bronze final	2001	Pons, Lacombe 2001d, Pons <i>et al.</i> 2002
	RUE BACQUIE FONADE	Villa	Antiquité indé.	1987	Bonzom 1987, Bonzom <i>et al.</i> 2000
	RUE SARRAZINIERE	Villa	Antiquité indé.	1987	Bonzom 1987
	RUE CARRIERE	Cimetière, mobilier	Haut Moyen-âge	1989	Bonzom <i>et al.</i> 1989
BOUDOU	COMMUNE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT PIERRE D'AX	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	LA POINTE	Hôpital	Moyen-âge central		PATRIARCH
	COMMUNE	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		PATRIARCH
	COMMUNE	Château fort	Moyen-âge central		PATRIARCH
	COMMUNE	Défense, rempart	Moyen-âge central		PATRIARCH
BOURRET	LES BERGINES	Occupation	Néolithique indé.	1968	PATRIARCH
	VILLE	Enceinte urbaine, village	Moyen-âge indé.	1989	PATRIARCH
	VILLE	Motte castrale, village	Moyen-âge indé.		PATRIARCH
	VILLE	Eglise	Moyen-âge indé.	1989	PATRIARCH
	SAINT-MARTIN	Eglise	Moyen-âge indé.	1989	PATRIARCH
	PEILLEROT	Prieuré, église	Moyen-âge indé.	1989	PATRIARCH
	BOIS DE LA PEYRE	Villa	Antiquité tardive	1959	Marévaud-Tardiveau 2007
	BOIS DE LA PEYRE	Cimetière, inhumation	Haut Moyen-âge	1959	Marévaud-Tardiveau 2007
	BAQUE	Voie antique	Antiquité indé.	1992	Marévaud-Tardiveau 2007
CASTELFERRUS	SAINT GENES	Enceinte	Néolithique moyen	1968	Beyneix, Humbert 1999, Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT GENES	Village	Néolithique moyen	1968	Beyneix, Humbert 1999, Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT GENES	Occupation	Néolithique moyen	1968	Beyneix, Humbert 1999, Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT GENES	Cimetière, incinération	Premier Age du Fer	1962	Labrousse 1964, Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT GENES	Villa	Haut Empire	1960	Labrousse 1964, Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT GENES	Atelier de terre cuite	Haut Empire	1968	Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT GENES	Dépotoir	Haut Empire		Labrousse 1964, Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT GENES	Cimetière, inhumation	Haut Moyen-âge	1963	Colin 2002, Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT GENES	Mobilier	Moyen-âge central		Colin 2002, Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT GENES	Mobilier	Antiquité indé.	1969	Marévaud-Tardiveau 2007
CASTELMAYRAN	PELEMOUTOU, TOURRAT, GARDE BOU	Occupation	Paléolithique ancien		Millet 1997
	SAINT-COUFAN	Habitat	Néolithique moyen	1990	PATRIARCH
	SAINT-COUFAN, LE COUSTOU	Occupation	Age du Fer indé.	1950	PATRIARCH
	PELEMOUTOU, TOURRAT, GARDE BOU	Occupation	Paléolithique supérieur	1950	Millet 1997
	PELEMOUTOU, TOURRAT, GARDE BOU	Etablissement	Antiquité indé.	1994	Petit 1994
	PELEMOUTOU, TOURRAT, GARDE BOU	Occupation	Néolithique indé.	1950	PATRIARCH
	VILLAGE	Oppidum	Second Age du Fer		Marévaud-Tardiveau 2007
	MAQUE	Sépulture	Age du Bronze final	1885	Marévaud-Tardiveau 2007
	PELEMOUTOU, TOURRAT, GARDE BOU	Occupation	Néolithique moyen	1950	PATRIARCH
	SAINT-COUFAN, LE COUSTOU	Occupation	Antiquité indé.	1950	Petit 1994, Marévaud-Tardiveau 2007
	GAYSSOU	Nécropole mérovingienne	Haut Moyen-âge	1872	Petit 1994, Marévaud-Tardiveau 2007
	LAMOTHE	Etablissement	Antiquité indé.	1994	Petit 1994

	VILLAGE	Etablissement	Antiquité indé.	1994	Petit 1994
	VILLAGE	Céramiques, foyers, fossés, habitats	Moyen-âge indé.		PATRIARCH
	COMMUNE	Mobilier	Antiquité indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
CASTELNAU D'ESTRETEFONDS	LES BORDES		Paléolithique ancien		PATRIARCH
	LES JACOUS		Néolithique indé.		PATRIARCH
	MANAUTOU		Paléolithique ancien		PATRIARCH
	LE DEVES		Paléolithique ancien		PATRIARCH
	LA CASSE		Paléolithique ancien		PATRIARCH
	SAINT BLANCARD		Paléolithique ancien		PATRIARCH
	CAMPS BLANCS	Exploitation agricole, occupation	Haut Empire		Massendari 2006
	L'OURMEDE	Moulin à eau	Epoque moderne		PATRIARCH
	SAINT-MARTIN	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT-MARTIN	Occupation	Antiquité indé.	1884	Massendari 2006
	CHEMIN DU MOULIN	Occupation, exploitation agricole	Haut Moyen-âge		PATRIARCH
	L'OURMEDE	Occupation	Antiquité indé.		Barbier <i>et al.</i> 1995, Barbier 2002
	L'OURMEDE	Occupation	Néolithique récent & final		Requi <i>et al.</i> 1999, Massendari 2006
	L'OURMEDE	Atelier de potier, ferme, fosse, four, silo	Moyen-âge indé.		Requi <i>et al.</i> 1999, Massendari 2006
	FONTREAL	Foyer, occupation	Néolithique récent & final		Barbier <i>et al.</i> 1995, Pons <i>et al.</i> 2004
	FONTREAL	Foyer, occupation	Néolithique récent & final		Barbier <i>et al.</i> 1995, Pons <i>et al.</i> 2004
	LA NAUZE	Construction, foyer, occupation, TP	Néolithique récent & final		Barbier <i>et al.</i> 1995, Barbier 2002
	LE DEVES		Néolithique récent & final		PATRIARCH
	SAINT-MARTIN	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central	1884	Massendari 2006
	SAINT-MARTIN	Eglise	Epoque moderne		PATRIARCH
	SAINT-MARTIN	Céramiques	Antiquité indé.	1884	Massendari 2006
	L'OURMEDE	Occupation	Age du Bronze final		Barbier <i>et al.</i> 1995, Requi <i>et al.</i> 1999
	L'OURMEDE	Occupation	Age du Bronze ancien		Barbier <i>et al.</i> 1995, Requi <i>et al.</i> 1999
	LE DEVES		Age du Bronze ancien		PATRIARCH
	BORDE BASSE	Voie	Antiquité indé.	1978	Massendari 2006
	CAULET	Voie	Antiquité indé.	1978	Massendari 2006
	COMMUNE	Traces de centuriation	Antiquité indé.	1983	Massendari 2006
	COMMUNE	2 tumuli présumés	Antiquité indé.	1814	Massendari 2006
CASTELSARRASIN	GANDALOU	Occupation	Néolithique indé.	1910	PATRIARCH
	SAINT-MARTIN	Dépôt	Age du Bronze final	1981	PATRIARCH
	XORE	Four, occupation	Premier Age du Fer	1973	Marévaud-Tardiveau 2007
	CHÂTEAU LABROU	Occupation	Second Age du Fer	1981	Grimbert <i>et al.</i> 2005, Marévaud-Tardiveau 2007
	CAILHAU	Occupation	Antiquité indé.	1991	Marévaud-Tardiveau 2007
	LES FONTAINES	Occupation	Antiquité indé.	1991	Marévaud-Tardiveau 2007
	DUCAU	Coffre funéraire, inhumation	Antiquité tardive	1957	Marévaud-Tardiveau 2007
	CAPAYROU	Villa	Antiquité indé.	1872	Grimbert <i>et al.</i> 2005, Marévaud-Tardiveau 2007
	CASTEL FADES	Occupation	Antiquité indé.		Grimbert <i>et al.</i> 2005, Marévaud-Tardiveau 2007
	COUSTOUS	Occupation	Antiquité indé.	1962	Marévaud-Tardiveau 2007

	GANDALOU	Motte castrale	Bas Moyen-âge	1980	Grimbert <i>et al.</i> 2005, Marévaud-Tardiveau 2007
	GANDALOU	Oppidum	Antiquité tardive	1980	Marévaud-Tardiveau 2007
	GANDALOU	Prieuré, église	Haut Moyen-âge	1978	Marévaud-Tardiveau 2007
	VILLE	Ville	Moyen-âge central		PATRIARCH
	VILLE	Prieuré, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	PROMENADE DU CHÂTEAU	Château fort	Moyen-âge central	1885	PATRIARCH
	NOTRE-DAME-D'ALEM	Cimetière, église	Moyen-âge central	1978	Grimbert <i>et al.</i> 2005
	SAINT-JEAN-DES-VIGNES	Eglise	Bas Moyen-âge	1978	PATRIARCH
	VILLE	Couvent, église	Moyen-âge central	1978	PATRIARCH
	BELCASSE	Eglise	Haut Moyen-âge	1960	Marévaud-Tardiveau 2007
	CHEMIN DE LA MOULINE	Fours, mobilier	Antiquité indét.	1960	Marévaud-Tardiveau 2007
	LARONE	Occupation	Néolithique indét.	2008	PATRIARCH
	CHÂTEAU LABROU	Occupation	Antiquité tardive	1981	Marévaud-Tardiveau 2007
	CAILHAU	Occupation	Moyen-âge indét.	1991	PATRIARCH
	CAILHAU	Occupation	Epoque contemp.	1991	PATRIARCH
	LES FONTAINES	Occupation	Moyen-âge indét.	1991	Marévaud-Tardiveau 2007
	LES FONTAINES	Occupation	Epoque contemp.	1991	Marévaud-Tardiveau 2007
	VILLE	Ville	Epoque contemp.		PATRIARCH
	NOTRE-DAME-D'ALEM	Eglise	Epoque moderne	1978	PATRIARCH
	VILLE	Couvent	Moyen-âge central	1978	PATRIARCH
	VILLE	Eglise	Epoque moderne	1978	PATRIARCH
	BELCASSE	Eglise	Epoque moderne	1978	Marévaud-Tardiveau 2007
	CHEMIN DE LA MOULINE	Fours	Moyen-âge indét.	1960	Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT-JEAN-DES-VIGNES	Commanderie	Moyen-âge indét.		Grimbert <i>et al.</i> 2005
	DUCAU	Urne cinéraire	Age du Bronze indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	NOTRE-DAME D'ALEM	Mobilier	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT-MARTIN-BELCASSE	Élément lapidaire sculpté	Moyen-âge indét.	1970	Marévaud-Tardiveau 2007
	BORDES-NEUVES	Etablissement	Antiquité indét.	1986	Marévaud-Tardiveau 2007
	RETONDIS	Etablissement	Antiquité indét.	1987	Marévaud-Tardiveau 2007
	BEAUFORT	Mobilier	Antiquité indét.	1987	Marévaud-Tardiveau 2007
	COURTINALS	Mobilier	Antiquité indét.	1987	Marévaud-Tardiveau 2007
	GANDALOU	Oppidum	Age du Fer indét.		Grimbert <i>et al.</i> 2005, Marévaud-Tardiveau 2007
	GANDALOU	Occupation	Moyen-âge indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
CORDES- TOLOSANNES	BELLEPERCHE		Age du Bronze indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	AU VILLAGE	Habitat	Haut Empire		Marévaud-Tardiveau 2007
	SAPIAC	Moulin à eau	Moyen-âge indét.	2003	PATRIARCH
	BELLEPERCHE	Fontaine	Moyen-âge central		Campech 1993, Boccacino 2001, Jolibert 2007, Murat 2007, Marévaud-Tardiveau 2007
	LA FONTAINE DES MOINES	Villa	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	BELLEPERCHE	Monastère	Moyen-âge central		Campech 1993, Boccacino 2001, Jolibert 2007, Murat 2007, Marévaud-Tardiveau 2007
	BELLEPERCHE	Monastère	Bas Moyen-âge		Campech 1993, Boccacino 2001, Jolibert 2007, Murat 2007, Marévaud-Tardiveau 2007
	SAPIAC	Moulin à eau	Epoque contemp.	2003	PATRIARCH
	LES PLACES	Mobilier, acueduc, villa, nécropole	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007

	LES PLACES	Structures non déf.: tumuli? Mottes?	Indéterminé		Marévaud-Tardiveau 2007
	CLAUZETS	Etablissement	Antiquité indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Monnaies	Antiquité indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Voie antique	Antiquité indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
DIEUPENTALE	AU VILLAGE	motte castrale	Moyen-âge central		Marévaud-Tardiveau 2007
	LA MOTHE	Occupation	Bas Moyen-âge	2004	Le Noheh <i>et al.</i> 2005
	COMMUNE	Occupation	Antiquité indé.	1872	Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Nécropole	Antiquité indé.	1869	Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Voie antique	Antiquité indé.	1834	Marévaud-Tardiveau 2007
ESCATALENS	LACROZE	Occupation	Haut Empire	1964	Marévaud-Tardiveau 2007
	FORET D'ESCATALENS	Atelier de terre cuite	Antiquité indé.	1983	Echasseriaud 1983, Marévaud-Tardiveau 2007
	VILLAGE	Eglise	Moyen-âge indé.	1978	PATRIARCH
	SAINTE-JULIA	Prieuré, église	Moyen-âge indé.	1873	PATRIARCH
	VILLAGE	Village	Moyen-âge indé.		PATRIARCH
	VILLAGE	Maison forte	Moyen-âge indé.	1993	PATRIARCH
	ROSELAYGUE	Eglise	Moyen-âge indé.	1993	PATRIARCH
	SAYSSES	Eglise	Moyen-âge indé.	1993	PATRIARCH
	SAINTE-JULIA	Occupation	Néolithique indé.		PATRIARCH
	PALAYS	Villa	Antiquité indé.	1873	Marévaud-Tardiveau 2007
	SAYSSES	Atelier de terre cuite, four	Indéterminé	1995	PATRIARCH
	VILLAGE	Occupation	Indéterminé	2006	PATRIARCH
	VILLAGE	Village	Epoque contemp.		PATRIARCH
	VILLAGE	Maison forte	Epoque contemp.	1993	PATRIARCH
	SAYSSES	Mobilier	Antiquité indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Grand tumulus	Indéterminé		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Sépultures	Indéterminé		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Mobilier	Antiquité indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Mobilier	Haut Moyen-âge		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Voie	Antiquité indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
FENOUILLET	SIBADES	Occupation	Néolithique indé.		PATRIARCH
	MAOURIS	Incinération, sépulture	Second Age du Fer	1840	Belhomme 1841, Massendari 2006
	SAINT MARTIN	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge indé.		PATRIARCH
	GARE DE TRIAGE	Céramique	Antiquité indé.	1985	Massendari 2006
	CAMPS DES GRECS	Mobilier	Moyen-âge indé.	1840	Massendari 2006
	COMMUNE	Voie	Antiquité indé.		Massendari 2006
FINHAN	RUE DU SOULOIR	Cimetière, incinération	Haut Empire	1935	Marchand 1977, 1980, Marévaud-Tardiveau 2007
	VILLE	Eglise	Haut Moyen-âge	1978	PATRIARCH
	VILLE	Eglise	Epoque contemp.	1978	PATRIARCH
	COMMUNE	Monnaies	Antiquité indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Occupation	Antiquité indé.	1872	Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Voie	Antiquité indé.	1834	Marévaud-Tardiveau 2007
GAGNAC-SUR-GARONNE	LE BOURG	Exploitation agricole	Antiquité indé.		PATRIARCH
	CHENE VERT	Mobilier	Antiquité indé.	1968	Massendari 2006

	COMMUNE	Villa	Antiquité indét.		Massendari 2006
GRENADE-SUR-GARONNE	MOUNDANEL	Occupation	Néolithique récent & final		PATRIARCH
	MOUNDANEL	Occupation	Paléolithique moyen		PATRIARCH
	LE NAN	Occupation	Paléolithique ancien		Anonyme, Millet 1997
	HARNAIL	Occupation	Paléolithique supérieur		Fourloubey 2001
	PORT HAUT - FONTAINE HAUTE	Occupation	Néolithique indét.		Moig 1995
	FONTAINE	Occupation	Antiquité indét.		Massendari 2006
	VILLE	Bastide	Moyen-âge central		Moig 1995
	SAINT CAPRAIS	Villa	Haut Empire		Massendari 2006
	LES GRAVETTES	Occupation	Age du Bronze indét.		PATRIARCH
	GARROSSES	Occupation	Antiquité indét.		Massendari 2006
	GAROSSES	Eglise	Moyen-âge indét.		Massendari 2006
	BAGNOLS	Occupation	Antiquité indét.		Massendari 2006
	LAS PEYROUNES	Occupation	Antiquité indét.		PATRIARCH
	MELICAN	Occupation	Antiquité indét.		Massendari 2006
	LA PAYSSIERE	Défense, fossé, motte castrale	Moyen-âge central		Moig 1995
	GUINAUD	Occupation	Antiquité indét.		PATRIARCH
	CAMP DE LA CROUX ET DE L'HOMME MORT	Occupation	Antiquité indét.		Moig 1995, Massendari 2006
	MOUNDANEL	Occupation	Antiquité indét.		PATRIARCH
	CARPENTE	Cimetière, inhumation	Epoque moderne		Moig 1995
	SAINT-JEAN-DE-GOIAG	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	HEREMO	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	MANETVILLA	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		PATRIARCH
	LAGOUTOUL	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	CETES	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		Moig 1995
	LA BEAUTE	Grange, église, établ. de religieux	Moyen-âge central		Moig 1995, Massendari 2006
	MOUNDANEL	Occupation	Néolithique indét.		PATRIARCH
	FONTAINE	Occupation	Moyen-âge central		Massendari 2006
	VILLE	Eglise, enceinte, demeure	Moyen-âge central		Moig 1995
	LES GRAVETTES	Occupation	Antiquité indét.		PATRIARCH
	MOUNDANEL	Occupation	Age du Bronze ancien		PATRIARCH
	GRENADE	Thermes	Antiquité indét.	1800	Massendari 2006
	LAGOUTOUL	Occupation	Néolithique récent & final	2005	Salmon, Arnoult 2005
	SAINT-CAPRAIS	Voies	Antiquité indét.		Moig 1995, Massendari 2006
GRISOLLES	PINEDE	Occupation	Néolithique indét.		PATRIARCH
	RABANEL	Occupation	Néolithique indét.	1990	PATRIARCH
	LA MAIRIE	Occupation	Néolithique indét.		PATRIARCH
	LA GINESTIERE	Silo, défense, fossé, fosse	Moyen-âge indét.		PATRIARCH
	MENGONIS, LESQUIVE, TAILLE-BRAQUE	Occupation	Néolithique indét.	1990	PATRIARCH
	FALIERE	Occupation	Néolithique indét.	1990	PATRIARCH
	COMMERE	Occupation	Néolithique indét.	1990	PATRIARCH
	SAINT-SARNY	Occupation	Paléolithique ancien	1993	PATRIARCH

	LES MOULINS	Sépulture	Antiquité tardive	1972	Marévaud-Tardiveau 2007
	MENGONIS	Habitat	Période républicaine	1992	Marévaud-Tardiveau 2007
	VIEUX CIMETIERE	Occupation	Haut Empire	1940	Marévaud-Tardiveau 2007
	MENGONIS	Occupation	Moyen-âge indét.	1992	Marévaud-Tardiveau 2007
	BREGNAYGUE	Dépôt	Moyen-âge indét.	1991	PATRIARCH
	VILLAGE	Eglise	Haut Moyen-âge		PATRIARCH
	LES MOULINS	Sépulture	Haut Moyen-âge	1972	PATRIARCH
	MENGONIS	Occupation	Epoque contemp.	1992	Marévaud-Tardiveau 2007
	BREGNAYGUE	Dépôt	Epoque contemp.	1991	PATRIARCH
	VILLAGE	Eglise	Epoque contemp.		PATRIARCH
	COSTE GRANDE	Etablissement gallo-romain	Antiquité indét.	1968	Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Traces de centuriation	Antiquité indét.	1983	Marévaud-Tardiveau 2007
	JULIAS	Sépultures	Indéterminé		Marévaud-Tardiveau 2007
LESPINASSE	L'ENCLOS DU COUVANT/L'OUSTALET	Monastère	Moyen-âge central		PATRIARCH
	L'ENCLOS DU COUVANT/L'OUSTALET	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	L'ENCLOS DU COUVANT/L'OUSTALET	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		PATRIARCH
	L'ENCLOS DU COUVANT/L'OUSTALET	Cloître	Moyen-âge central		PATRIARCH
	COMMUNE	Mobilier	Antiquité indét.		Massendari 2006
MAS-GRENIER	LARRE	Occupation	Néolithique indét.	1980	PATRIARCH
	LA PICOUNE	Dépôt	Age du Bronze final	1868	PATRIARCH
	SAINT-CASSIAN	Mosaïque, villa	Antiquité tardive	1974	Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT-CASSIAN	Eglise	Haut Moyen-âge	1974	Malrieu 1975
	SAINT-CASSIAN	Four, occupation	Antiquité tardive	1974	Marévaud-Tardiveau 2007
	L'ABBAYE	Enclos, monastère, funéraire	Haut Moyen-âge		Marévaud-Tardiveau 2007
	L'ABBAYE	Cultuel et religieux, inscription	Moyen-âge indét.	1875	Marévaud-Tardiveau 2007
	VILLAGE	Village	Moyen-âge indét.	1989	PATRIARCH
	VILLAGE	Eglise	Moyen-âge indét.	1989	PATRIARCH
	PLEUS	Eglise	Moyen-âge central	1989	PATRIARCH
	SAINT-JEAN-DE-QUINSAC	Eglise	Haut Moyen-âge	1989	PATRIARCH
	VILLAGE	Château fort	Bas Moyen-âge	1973	PATRIARCH
	LA PICONE	Habitat	Néolithique indét.		PATRIARCH
	LES BERDOTS	Enceinte, talus	Indéterminé	1992	Boudet 1992
	NAYROLLE	Four	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT-CASSIAN	Occupation	Haut Moyen-âge	1974	Malrieu 1975
	L'ABBAYE	Monastère	Epoque contemp.		Marévaud-Tardiveau 2007
	VILLAGE	Château fort	Epoque moderne	1973	PATRIARCH
	VILLENEUVE	Borne et voie	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	LA GARONNE	Quelques poignards à rivets	Age du Bronze moyen		Marévaud-Tardiveau 2007
MERVILLE	BARONA	Occupation	Paléolithique ancien		PATRIARCH
	LAFFAGE	Occupation	Paléolithique ancien		PATRIARCH
	VILLAGE	Eglise	Bas Moyen-âge		PATRIARCH
	BIGORRE	Occupation	Période républicaine		Massendari 2006
	VALENTINE	Occupation	Antiquité indét.		Massendari 2006

	FAUGADE	Occupation	Age du Fer indét.		Massendari 2006
	MONTES	Sarcophage	Moyen-âge indét.		Massendari 2006
	CAILLAOUERO	Occupation	Haut Empire		PATRIARCH
	SAUTET	Exploitation agricole, mur	Haut Empire		Moig 1995, Massendari 2006
	VILLAGE	Village	Moyen-âge central		PATRIARCH
	CAPELETTE	Monastère	Moyen-âge central		PATRIARCH
	LE PORT HAUT	Occupation, sépulture	Indéterminé		PATRIARCH
	CHAMP DE L'EGLISE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	MAYRAS/ROUDIE	Cimetière, inhumation	Haut Moyen-âge		Massendari 2006
	SEGUEIL	Occupation	Antiquité indét.		Moig 1995, Massendari 2006
	VILLAGE	Village	Bas Moyen-âge		PATRIARCH
	VILLAGE	Enceinte	Bas Moyen-âge		PATRIARCH
	VILLAGE	Défense, porte	Bas Moyen-âge		PATRIARCH
	VILLAGE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	HOMERVILLE	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		Moig 1995
	MAYRAS/ROUDIE	Sarco., église, cim., inhum., mob.	Haut Moyen-âge		Massendari 2006
	SEGUEIL	Sarcophage	Haut Moyen-âge		Massendari 2006
	FAUGADE	Occupation	Antiquité indét.		Massendari 2006
	MAYRAS	Funéraire, mobilier	Antiquité indét.		Moig 1995, Massendari 2006
	LA DUPINE	Céramique	Antiquité indét.	1980	Massendari 2006
MOISSAC	MAROT SUD	Occupation	Paléolithique moyen		PATRIARCH
	LES DUPINES	Occupation	Paléolithique moyen		PATRIARCH
	SAINT-MARTIN-NORD	Thermes	Antiquité tardive		Ladier 1982, Broeher 1986, Marévaud-Tardiveau 2007
	BARTAC	Cimetière, inhumation	Antiquité tardive		Marévaud-Tardiveau 2007
	BIDONNET	Occupation	Haut Empire		Marévaud-Tardiveau 2007
	VILLE	Monastère	Haut Moyen-âge		PATRIARCH
	SUR LARROQUE	Occupation	Second Age du Fer		Marévaud-Tardiveau 2007
	LESPINASSE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT-LAURENT-NORD	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT-AVIT-UEST	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT-BARTHELEMI	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT-CHRISTOPHE-SUD	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	L'EGLISE	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	BOIS DE L'EGLISE/SOULELIA	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT-AMANS	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	VIAROSE	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	ESPIS-NORD	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	AL PECH DE LA GLEISO	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	AL PECH DE LA GLEISO	Château fort	Bas Moyen-âge		PATRIARCH
	VILLE	Ville	Moyen-âge indét.		PATRIARCH
	VILLE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	VILLE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT-GERMAIN	Eglise	Moyen-âge central		Grimbert <i>et al.</i> 2005

	LA MOTTE SARRAZINE	Motte castrale	Moyen-âge central		PATRIARCH
	LAGARDE OUEST ET EST	Château fort	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT-MICHEL	Cimetière, inhumation, église	Moyen-âge central		Marévaud-Tardiveau 2007
	PINHOLS	Chapelle	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SOUTERRAIN D'ARNAL	Habitat, souterrain	Bas Moyen-âge		PATRIARCH
	SOUTERRAIN DE LA ROUQUETTE	Habitat, souterrain	Bas Moyen-âge		PATRIARCH
	GROTTE DE JAFFARD	Habitat, souterrain	Bas Moyen-âge		PATRIARCH
	SOUTERRAIN DE PECH LAGARDE	Habitat, souterrain	Bas Moyen-âge		PATRIARCH
	GROTTE DU LOUP	Habitat, souterrain	Bas Moyen-âge		PATRIARCH
	LES PESQUIES	Habitat, souterrain	Bas Moyen-âge		PATRIARCH
	SAINT-MARTIN-NORD	Sarco., aqueduc, défense, rempart	Antiquité tardive		Ladrier 1982, Broecher 1986, Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT-MARTIN-NORD	Cimetière, inhumation, église	Haut Moyen-âge		Ladrier 1982, Broecher 1986, Marévaud-Tardiveau 2007
	BARTAC	Villa	Antiquité tardive		Grimbert <i>et al.</i> 2005, Marévaud-Tardiveau 2007
	BARTAC	Inhumation	Haut Moyen-âge		Marévaud-Tardiveau 2007
	VILLE	Cimetière, inhumation, église, cloître	Moyen-âge central		PATRIARCH
	LESPINASSE	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		PATRIARCH
	LESPINASSE	Cimetière, inhumation, église	Epoque moderne		PATRIARCH
	SAINT-LAURENT-NORD	cimetière, inhumation	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT-LAURENT-NORD	Cimetière, inhumation, église	Epoque moderne		PATRIARCH
	SAINT-BARTHELEMI	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT-BARTHELEMI	Cimetière, inhumation, église	Epoque moderne		PATRIARCH
	AL PECH DE LA GLEISO	Château fort, motte castrale, cimetière	Moyen-âge central		PATRIARCH
	VILLE	Défense, rempart	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT-GERMAIN	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		Grimbert <i>et al.</i> 2005
	SAINT-GERMAIN	Eglise	Epoque moderne		Grimbert <i>et al.</i> 2005
	PIGNOLS-BAS	Villa	Haut Empire	2008	PATRIARCH
	BOUSQUET	Fours	Epoque contemp.	2004	Grimbert <i>et al.</i> 2005
	MOISSAC	Fosses	Age du Bronze final	2004	Grimbert <i>et al.</i> 2005
	PECH-LAGARDE	Mobilier	Age du Fer indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	PECH-LAGARDE	Mobilier	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	PECH-LAGARDE	Sépultures	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	PONT	Voie	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	CHEMIN DE L'ETAPE	Voie	Indéterminé		Marévaud-Tardiveau 2007
	CHEMIN MOISSAGUAIS	Chemin	Indéterminé		Marévaud-Tardiveau 2007
	MOISSAC	Voies	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	MADELEINE-BASSE	Structure archéologique	Antiquité indét.	1994	Marévaud-Tardiveau 2007
	FONREAL	Mobilier	Indéterminé		Marévaud-Tardiveau 2007
	FONREAL	Mobilier	Antiquité indét.	1838	Marévaud-Tardiveau 2007
	RUE MALAVEILLE ET CAVAILLET	Moissac	Haut Moyen-âge	1914	Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Mobilier	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Monnaies	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
MONBEQUI	VILLENAYSSAGUE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH

MONTECH	BORDE GRANDE	Occupation	Néolithique indé.	1981	PATRIARCH
	LAPARADE	Occupation	Néolithique indé.	1980	PATRIARCH
	LE MESNIL	Occupation	Néolithique indé.	1980	PATRIARCH
	LE PECH	Occupation	Néolithique indé.	1980	PATRIARCH
	VILLAGE	Eglise	Moyen-âge indé.	1978	PATRIARCH
	FROMISSARD	Chapelle, fosse, four, inhumation	Moyen-âge indé.	1980	PATRIARCH
	POUNTES	Villa	Haut Empire	1980	PATRIARCH
	LE PECH	Occupation	Néolithique indé.	1980	PATRIARCH
	ESCUDES	Puits funéraire	Second Age du Fer	1973	Marévaud-Tardiveau 2007
	LAGRANGE-LASSAL	Sanctuaire païen	Haut Empire	1980	Marévaud-Tardiveau 2007
	LES MOUETS	Enceinte, monastère?	Moyen-âge indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	VILLAGE	Bourg	Moyen-âge indé.	1978	PATRIARCH
	LAGRANGE-LASSAL	Grange, établissement de religieux	Moyen-âge central	1873	PATRIARCH
	CARILLON	Motte castrale	Moyen-âge indé.	1873	Marévaud-Tardiveau 2007
	PECH DOUE	Habitat	Antiquité indé.		Massan <i>et al.</i> 2006, Marévaud-Tardiveau 2007
	PECH DOUE	Nécropole	Moyen-âge indé.	1860	Massan <i>et al.</i> 2006, Marévaud-Tardiveau 2007
	PERES-HAUTS	Atelier de terre cuite, four, économie	Antiquité indé.	1873	Marévaud-Tardiveau 2007
	LE SAULOU	Structure circulaire	Moyen-âge indé.	1992	Boudet 1992, Marévaud-Tardiveau 2007
	CADARS	Nécropole	Moyen-âge indé.	1873	Marévaud-Tardiveau 2007
	CADARS	Occupation	Antiquité indé.	1873	Marévaud-Tardiveau 2007
	FORET DOMANIALE	Eglise	Moyen-âge central	1971	PATRIARCH
	SAINT-CRY	Chapelle	Moyen-âge indé.	1978	PATRIARCH
	SAINT-CRY	Occupation	Haut Empire	1973	PATRIARCH
	CAMP REDON	Villa	Antiquité indé.	1873	Marévaud-Tardiveau 2007
	COMBES	Occupation	Antiquité indé.		PATRIARCH
	LE MOUTAS	Motte castrale	Moyen-âge indé.		PATRIARCH
	VERDIE	Voie	Antiquité indé.	1973	Marévaud-Tardiveau 2007
	FROMISSARD	Fossés (réseau de), occupation, puits	Second Age du Fer	2005	Le Noheh <i>et al.</i> 2005
	FROMISSARD	Construction, fosse, four, foyer, silo	Moyen-âge indé.	2005	Le Noheh <i>et al.</i> 2005
	VILLAGE	Eglise	Epoque contemp.	1978	PATRIARCH
	VILLAGE	Bourg	Epoque contemp.	1978	PATRIARCH
	SAINT-CRY	Nécropole	Age du Fer indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	LAGRANGE-LASSAL	Villa, mobilier	Antiquité indé.	1869	Marévaud-Tardiveau 2007
	FORET DE MONTECH	Puits funéraires	Age du Fer indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	FORET DE MONTECH	Monnaies et structure architecturale	Age du Fer indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	BORDE BLANCHE	Fossé, fosse	Second Age du Fer	2005	Le Noheh <i>et al.</i> 2005
	BOIS DE FROMISSARD	Fossé d'enclos, mobilier, fosses	Age du Fer indé.	2005	Le Noheh <i>et al.</i> 2005
	BOIS DE FROMISSARD	Puit, épandage	Indéterminé	2005	Le Noheh <i>et al.</i> 2005
	BOIS DE FROMISSARD	Sol induré, épandage, fosse, fossé	Second Age du Fer	2005	Le Noheh <i>et al.</i> 2005
	BOIS DE FROMISSARD	Sol induré, épandage, fosse, fossé	Haut Empire	2005	Le Noheh <i>et al.</i> 2005
	FROMISSARD	Four domestique, mobilier	Antiquité indé.	2005	Le Noheh <i>et al.</i> 2005
	POMMAREL	Epandage	Antiquité indé.	2005	Le Noheh <i>et al.</i> 2005

	POMMAREL	Fossé avec mobilier	Moyen-âge indét.	2005	Le Noheh <i>et al.</i> 2005
	LA MOUSCANE	Concentrations de céramiques	Second Age du Fer	2011	Pancin <i>et al.</i> 2011
	LA MOUSCANE	Fosse, creusement indéterminé	Moyen-âge central	2011	Pancin <i>et al.</i> 2011
	COMMUNE	Mobilier	Antiquité indét.	1994	Marévaud-Tardiveau 2007
	PANTAGNAC	Occupation	Néolithique indét.	1981	PATRIARCH
	PANTAGNAC	Habitat	Second Age du Fer		Marévaud-Tardiveau 2007
ONDES	FERME DE MIQUELIS		Néolithique indét.		PATRIARCH
	LA GINESTIERE	Occupation	Néolithique indét.	1997	Migeon 1997, Poignant <i>et al.</i> 1997
	CABASSI	Occupation	Néolithique indét.		PATRIARCH
	MIQUELIS		Second Age du Fer		PATRIARCH
	BOBILA	Cimetière, inhumation	Antiquité tardive		Massendari 2006
	LA BARTHOLE	Cimetière, incinération	Premier Age du Fer	1957	Massendari 2006
	LA BARTHOLE	Nécropole	Second Age du Fer	1957	Massendari 2006
	LA BARTHOLE	Céramiques	Antiquité indét.	1957	Massendari 2006
	MIQUELIS	Céramiques	Antiquité indét.		Massendari 2006
	LA GINESTIERE	Rares céramiques	Antiquité indét.	1997	Migeon 1997, Poignant <i>et al.</i> 1997, Massendari 2006
	LA GINESTIERE	Rares vestiges de l'age du Fer	Age du Fer indét.	1997	Massendari 2006
	LA GINESTIERE	Silos, fosses, fossé	Moyen-âge indét.	1997	Migeon 1997, Poignant <i>et al.</i> 1997
POMPIGNAN	VIGNAU GASCOUNET	Occupation	Paléolithique ancien		PATRIARCH
	MARONE MAJOREL	Occupation	Paléolithique ancien		PATRIARCH
	BOURFIN	Occupation	Paléolithique ancien		PATRIARCH
	ROUERGUE	Occupation	Paléolithique ancien		PATRIARCH
	SAINT CLAIR	Villa	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	ROUERGUE	Villa	Antiquité indét.	1979	Marévaud-Tardiveau 2007
	MARONE MAJOREL	Occupation	Néolithique indét.		PATRIARCH
	ROUERGUE	Occupation	Néolithique indét.		PATRIARCH
	ROUERGUE	Villa	Haut Empire	1979	Marévaud-Tardiveau 2007
	POMPIGNAN	Statue	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	POMPIGNAN	Voie	Antiquité indét.	1828	Marévaud-Tardiveau 2007
	CAMPS GRANDS	Occupation	Age du Bronze final	2010	Découverte personnelle
	CAMPS GRANDS	Occupation	Antiquité indét.	2010	Découverte personnelle
	MIRMANDE	Structures de galets	Néolithique indét.	2010	Lelouvier 2010
	MIRMANDE	Fonds de fosse	Age du Bronze indét.	2010	Lelouvier 2010
	CAMPS GRANDS	Ensilage	Moyen-âge central	2010	Lelouvier 2010
	MIRMANDE	Puit et fosse à galets	Indéterminé	2010	Lelouvier 2010
	LAQUE	Structures de galets indéterminées	Indéterminé	2010	Lelouvier 2010
	BORDE GRANDE	Structures en creux à galets	Indéterminé	2011	Pancin <i>et al.</i> 2011
	BORDE GRANDE	Fossé	Epoque contemp.	2011	Pancin <i>et al.</i> 2011
SAINT-AIGNAN	LES GRAVES	Occupation	Paléolithique ancien	1949	PATRIARCH
	LES GRAVES	Occupation	Paléolithique supérieur	1949	PATRIARCH
	VILLAGE	Prieuré	Moyen-âge central	2003	PATRIARCH
	VILLAGE	Cimetière, église	Moyen-âge indét.	2003	PATRIARCH
	VACQUIES	Villa	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007

	TRABESSES	Occupation	Antiquité indé.	2006	PATRIARCH
	BOURTHOUMIEUX	Occupation	Paléolithique moyen	2003	PATRIARCH
	MERIC	Occupation	Néolithique indé.	2003	PATRIARCH
	VILLAGE	Mur, port	Epoque moderne	2007	PATRIARCH
	VILLAGE	Prieuré	Epoque moderne	2003	PATRIARCH
	VILLAGE	Cimetière	Moyen-âge indé.	2003	PATRIARCH
	VILLAGE	Eglise	Epoque contemp.	2003	PATRIARCH
SAINT-ALBAN	MATEPEZOUL	village	Moyen-âge central		PATRIARCH
SAINT-JORY	MOULIN A VENT	Construction	Premier Age du Fer	1982	Massendari 2006
	NOVITAL	Occupation	Antiquité indé.	1963	Massendari 2006
	BELDOU	Occupation	Antiquité indé.	1963	Massendari 2006
	LE VILLAGE	Château fort	Moyen-âge central		PATRIARCH
	BELDOU	Chapelle	Epoque moderne		PATRIARCH
	LE VILLAGE	Village	Moyen-âge central		PATRIARCH
	LE VILLAGE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	LE VILLAGE	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		PATRIARCH
	LE VILLAGE	Défense, fossé	Epoque moderne		PATRIARCH
SAINT-NICOLAS-DE-LA-GRAVE	SAUVETE DE LA GRAVETTE	Ville neuve	Moyen-âge central		PATRIARCH
	VILLE	Bastide	Epoque contemp.		PATRIARCH
	VILLE	Château fort	Moyen-âge central		PATRIARCH
	VILLE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	VILLE	Port	Haut Moyen-âge		PATRIARCH
	LES ARENES	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	VILLE	Eglise	Epoque contemp.		PATRIARCH
	LES ARENES	Eglise	Epoque moderne		PATRIARCH
	MARCASSUS	Etablissement	Antiquité indé.		PATRIARCH
	COMMUNE	Mobilier	Age du Fer indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Villa	Antiquité indé.		Marévaud-Tardiveau 2007
	LES ARENES	Mobilier	Haut Moyen-âge	1954	Marévaud-Tardiveau 2007
SAINT-PORQUIER	SAINT ANDRE NORD	Occupation	Paléolithique supérieur		PATRIARCH
	LES PARCS	Occupation	Paléolithique supérieur		PATRIARCH
	BOIS DE LA MOUTETTE	Motte castrale	Moyen-âge central		Marévaud-Tardiveau 2007
	VILLAGE	Enceinte	Moyen-âge central		PATRIARCH
	LACROZE	Occupation	Antiquité indé.		PATRIARCH
	SAINT-ANDRE SUD	inhumation, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT ANDRE NORD	Occupation	Néolithique récent & final		PATRIARCH
	SAINT ANDRE NORD	Occupation	Moyen-âge indé.		PATRIARCH
	LES PARCS	Four	Indéterminé		PATRIARCH
	VILLAGE	Village	Moyen-âge central		PATRIARCH
	VILLAGE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	VILLAGE	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		PATRIARCH
	LACROZE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	LACROZE	Château fort	Epoque moderne		PATRIARCH

	LACROZE	Chapelle	Epoque moderne		PATRIARCH
	SAINT ANDRE NORD	Occupation	Age du Bronze ancien		PATRIARCH
	COMMUNE	Monnaies	Age du Fer indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Monnaie	Haut Empire		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Voie	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
SAINT-RUSTICE	LA SARRAILHERE	Céramique	Epoque moderne	2010	Ass. Rech. Arch. Villaries 2010
	LES SERRES	Céramique	Epoque moderne	2010	Ass. Rech. Arch. Villaries 2010
	LES SERRES	Céramique	Epoque moderne	2010	Ass. Rech. Arch. Villaries 2010
	LARRAMET	Céramique, monnaies	Antiquité indét.	2010	Ass. Rech. Arch. Villaries 2010
	LARRAMET	Céramique, monnaies	Antiquité indét.	2010	Ass. Rech. Arch. Villaries 2010
	LAPETRE	Céramique	Epoque moderne	2010	Ass. Rech. Arch. Villaries 2010
	LISSAR	Inconnu	Paléolithique ancien		PATRIARCH
	VILLAGE	Inconnu	Paléolithique ancien		PATRIARCH
	MAURY	Villa	Antiquité tardive	1785	Massendari 2006
	CAULET		Age du Bronze indét.		PATRIARCH
	LE MOULIN	Occupation	Antiquité indét.	1983	Massendari 2006
SEILH	CHÂTEAU PERCIN	Occupation,bâtiment	Néolithique moyen	1940	Simmonet 1970b,1971b,1973b,1973c,1974, Beyneix 1998, Ranché <i>et al.</i> 2006
	CIMETIERE	Funéraire	Moyen-âge central	1968	Massendari 2006
	LA BORDASSE	Céramique	Premier Age du Fer	1981	Massendari 2006
	LA BORDASSE	Mur, céramique	Antiquité tardive	1968	Massendari 2006
	LA BORDASSE	Funéraire	Moyen-âge central		Massendari 2006
	LA BORDASSE	Céramique, mobilier, monnaie	Antiquité indét.	1968	Massendari 2006
	LAUBIS	Céramique	Antiquité indét.	1980	Massendari 2006
	LA BORDASSE	Céramique	Moyen-âge indét.	1981	Massendari 2006
TOULOUSE	PECH DAVID POUVOURVILLE		Indéterminé		Revel 1984
	BASSE COMBE	Occupation	Paléolithique ancien		PATRIARCH
	BORD DE L'HERS,DUFFE		Néolithique indét.		PATRIARCH
	AMPHITHEATRE DE LARDENNE	Bains	Haut Empire		PATRIARCH
	4,RUE DU PRIEURE		Moyen-âge central		PATRIARCH
	EGLISE SAINT PIERRE DES CUISINES	Cimetière, église	Haut Moyen-âge		Carbonell,Pradalié 1980,Pradalié 1982,1983,1984,Cazes,Trémollet 1985,Cazes 1986,Cazes,Catalo 1989, Arramond <i>et al.</i> 1996
	SAINT-MARTIN-DU-TOUCH		Premier Age du Fer		Claria <i>et al.</i> 2007, 2008, 2009
	LA CUCURELLE	Bâtiment	Premier Age du Fer		PATRIARCH
	18 RUE DE LA DALBADE		Haut Empire		Pousthomis-Dalle <i>et al.</i> 2001, 2004,2005,2008, S.R.A., Gaiffe 1997
	AVENUE DES ARENES ROMAINES	Sépulture	Age du Bronze final		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico, Fincker 2001, Amiel 2006
	FERETRA,EMPALOT	Cimetière, incinération	Premier Age du Fer		Vidal,Muller 1969,Baccrabère 1984,Vidal 1973a, 1973b, 1973c,1974a,1974b,1974c,1974d,1974e,1974f,1 974g, 1974h,1976a,1976b,1976c,1976d,1976e,1976f,1 977a,1977b,1977c,1977d,1977e,1977f,1977g,19 85, Requi <i>et al.</i> 2003
	PLACE SAINT JACQUES	défense, rempart	Haut Empire		Vidal 1973d, Berthe, Gerardin 1987, Cazes 1988a, Soyer 1989
	PLACE SAINT AUBIN	cimetière, inhumation	Haut Moyen-âge		Vidal 1974i
	6 RUE LAKANAL		Second Age du Fer		PATRIARCH

	ILOT VALADE	Monnaie	Moyen-âge indét.		Pons, Genevieve 1999, Pons <i>et al.</i> 2000
	RUE DU TAUR	Bâtiment, eau et hydraulique	Moyen-âge central		PATRIARCH
	ROUTE DE NARBONNE	Bâtiment	Antiquité indét.		PATRIARCH
	ALLEES JULES GUESDES	Statue	Antiquité indét.		Colonges, Marty 1998
	RUE GAMBETTA	Bâtiment	Haut Empire		Cazes, Gardair 1989
	22 RUE DES FLEURS	Défense, rempart	Haut Empire		PATRIARCH
	GUE DU BAZACLE		Age du Bronze moyen		Savès, Fouet 1971, 1972, 1973
	PLACE DU CAPITOLE	Bâtiment	Haut Empire		Vidal 1971, Catalo 1996, Di Filippo 1997, Bruxelles 2003, Molet 2004
	PLACE DES CARMES		Second Age du Fer		PATRIARCH
	CLOITRE DE SAINT ETIENNE	Bâtiment	Antiquité indét.		Cazes 1989a, 1990, Campech 1997, Tonon 2001
	CES DU CHATEAU DE L'HERS	Bâtiment	Second Age du Fer		Cabau 1971
	BELLEVUE	Bâtiment, funéraire	Haut Empire		PATRIARCH
	RUE DES POUTIROUX	Bâtiment	Haut Empire		PATRIARCH
	13 CHEMIN CAMPOBASSO	Monnaie	Antiquité tardive		PATRIARCH
	RUE DES AMIDONNIERS		Second Age du Fer		PATRIARCH
	LYCEE BELLEVUE, ROUTE DE NARBONNE		Second Age du Fer		PATRIARCH
	11, RUE DU LANGUEDOC	Bains	Haut Empire		PATRIARCH
	PLACE LAGANNE	Aqueduc	Haut Empire		PATRIARCH
	16, RUE CAPUS	Cimetière, incinération	Premier Age du Fer		Vidal, Marty 1982
	CHEMIN DU GENERAL DECROUTE	Sépulture	Haut Moyen-âge		PATRIARCH
	RUE ACHILLE VIADIEU	puits à eau	Second Age du Fer		PATRIARCH
	51, 53, 57 RUE BERNARD MULE	Cimetière, inhumation	Haut Moyen-âge		PATRIARCH
	15 RUE DES TOURNEURS	Bâtiment	Antiquité indét.		Marty, Vidal 1982
	PARC D'AVIATION		Haut Empire		PATRIARCH
	RUE DES ECOLES	Funéraire, sépulture	Second Age du Fer		PATRIARCH
	RUE DU MAY, HOTEL DU MAY	Habitat	Epoque moderne		Cazes 1985
	POUVOURVILLE	Enceinte	Indéterminé		PATRIARCH
	BANQUE DE FRANCE. 4, RUE DEVILLE	Monnaie	Moyen-âge central		PATRIARCH
	PLACE ST ETIENNE	Ville	Indéterminé		Di Filippo <i>et al.</i> 1987, Lequement 1986
	15-21, RUE DES COUTELIERS	Mur	Antiquité indét.		PATRIARCH
	BOULEVART ARMAND DUPORTAL		Antiquité indét.		PATRIARCH
	RUE DE LA DALBADE, 13	Défense, rempart	Antiquité indét.		Pousthomis-Dalle <i>et al.</i> 2001, 2004, 2005, 2008, S.R.A., Gaiffe 1997
	PLACE DUPUY	Eau et hydraulique	Epoque moderne		PATRIARCH
	AV JEAN RIEUX	Funéraire	Age du Fer indét.		PATRIARCH
	SITE MILITAIRE DE POURVILLE	Bâtiment	Antiquité tardive		PATRIARCH
	NOTRE DAME DE NAZARETH	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	PLACE ARNAUD BERNARD	Communication	Moyen-âge central		Catalo 1988
	ANCIEN HOPITAL LARREY		Epoque moderne		De Filippo 1988
	BASILIQUE SAINT SERNIN	Eglise	Antiquité tardive		Cazes 1988b, Dieulafait <i>et al.</i> 1989
	PORT SAINT SAUVEUR 2	Cimetière, incinération, inhumation	Haut Empire		Cazes 1989b, Paya, Genevieve 1999
	PLACE ESQUIROL	Ville	Antiquité indét.		De Filippo 1990, Arramond 1993, Boudartchouk <i>et al.</i> 2005
	SQUARE DE GAULLE -	Enceinte	Antiquité indét.		PATRIARCH

	CAPITOLE-ALSACE				
	QUARTIER SAINT GEORGES		Haut Empire		Vidal 1973e
	10, RUE SAINTE-ANNE	Ville	Antiquité indét.	1990	S.R.A. 1990
	PLACE ROGUET		Indéterminé		PATRIARCH
	13 RUE DES LOIS		Indéterminé	1993	Gomez 1993
	CITE JUDICIAIRE, ALLEES JULES GUESDE		Haut Empire		Dubois 1993, Poignant, Catalo 2001, Catalo <i>et al.</i> 1999, 2007
	17 RUE LARREY	Ilôt	Bas Moyen-âge		Martin, Requi 1993
	HOTEL DE PIERRE		Antiquité indét.		Villeval, Favre 1962
	HOTEL DE PIERRE	Fosse	Moyen-âge central		Villeval, Favre 1962
	PLACE SAINT ROCH	Eglise	Moyen-âge indét.		Baccrabère 1979, Gardes <i>et al.</i> 2006a, 2006b, 2009, Veyssière <i>et al.</i> 2006
	PLACE SAINT ROCH	Eglise, mur	Antiquité indét.		Baccrabère 1979, Gardes <i>et al.</i> 2006a, 2006b, 2009, Veyssière <i>et al.</i> 2006
	PLACE SAINT ROCH	Eglise	Epoque moderne		Baccrabère 1979, Gardes <i>et al.</i> 2006a, 2006b, 2009, Veyssière <i>et al.</i> 2006
	LE CLUZEL	Habitat	Age du Bronze final		Muller 1972, 1974, 1976, 1978, 1979, 1980, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987 Vidal 1976g, 1977h, 1977i, 1977j, 1977k
	MUSEE DES AUGUSTINS		Second Age du Fer		Poignant <i>et al.</i> 2000
	MUSEE DES AUGUSTINS	Ville	Haut Empire		Poignant <i>et al.</i> 2000
	QUAI DE LA DAURADE		Haut Empire		Bagnérès 1978, Boccacino 1993
	QUAI DE LA DAURADE		Moyen-âge central		Bagnérès 1978, Boccacino 1993
	RUE SAINTE ANNE, NO 22	Défense, rempart	Haut Empire		PATRIARCH
	LA CUCURELLE	Funéraire	Second Age du Fer		PATRIARCH
	LA CUCURELLE	Cimetière, incinération	Second Age du Fer		PATRIARCH
	18 RUE DE LA DALBADE	Défense, rempart	Antiquité tardive		Pousthomis-Dalle <i>et al.</i> 2001, 2004, 2005, 2008 S.R.A., Gaiffe 1997
	AVENUE DES ARENES ROMAINES	Fosse	Second Age du Fer		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico Fincker 2001, Amiel 2006
	AVENUE DES ARENES ROMAINES	Bâtiment	Haut Empire		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico Fincker 2001, Amiel 2006
	AVENUE DES ARENES ROMAINES	Eau et hydraulique	Haut Empire		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico Fincker 2001, Amiel 2006
	AVENUE DES ARENES ROMAINES	Ville	Haut Empire		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico Fincker 2001, Amiel 2006
	AVENUE DES ARENES ROMAINES	Sanctuaire païen	Haut Empire		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico Fincker 2001, Amiel 2006
	AVENUE DES ARENES ROMAINES	Puits à eau	Haut Empire		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico Fincker 2001, Amiel 2006
	AVENUE DES ARENES ROMAINES	Bâtiment	Antiquité tardive		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico Fincker 2001, Amiel 2006
	AVENUE DES ARENES ROMAINES	Sanctuaire païen	Antiquité tardive		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico Fincker 2001, Amiel 2006
	AVENUE DES ARENES ROMAINES	Ville	Antiquité tardive		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico Fincker 2001, Amiel 2006
	AVENUE DES ARENES ROMAINES	Eau et hydraulique	Antiquité tardive		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico Fincker 2001, Amiel 2006
	AVENUE DES ARENES ROMAINES	Bâtiment	Moyen-âge central		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico Fincker 2001, Amiel 2006
	AVENUE DES ARENES ROMAINES		Moyen-âge central		Guilbaut 1985, Domergue 1984, 1985, 1986, 1987, Bonzom 1990, Rico Fincker 2001, Amiel 2006
	FERETRA, EMPALOT	Funéraire	Second Age du Fer		Vidal, Muller 1969, Baccrabère 1984, Vidal 1973a, 1973b, 1973c, 1974a, 1974b, 1974c, 1974d, 1974e, 1974f, 1974g, 1974h, 1976a, 1976b, 1976c, 1976d, 1976e, 1976f, 1977a, 1977b, 1977c, 1977d, 1977e, 1977f, 1977g, 1985, Requi <i>et al.</i> 2003
	6 RUE LAKANAL	Bâtiment	Haut Empire		PATRIARCH
	GUE DU BAZACLE		Haut Empire		Savès, Fouet 1971, 1972, 1973
	GUE DU BAZACLE		Antiquité tardive		Savès, Fouet 1971, 1972, 1973

	GUE DU BAZACLE		Moyen-âge central		Savès, Fouet 1971, 1972, 1973
	PLACE DU CAPITOLE	Evacuation, rempart, st.hydraulique	Haut Empire		Vidal 1971, Catalo 1996, Di Filippo 1997, Bruxelles 2003, Molet 2004
	PLACE DU CAPITOLE	Bâtiment, puits à eau, Evacuation	Moyen-âge central		Vidal 1971, Catalo 1996, Di Filippo 1997, Bruxelles 2003, Molet 2004
	PLACE DES CARMES	Evacuation	Haut Empire		PATRIARCH
	PLACE DES CARMES	Hab.,établ. de religieux,cim.,inhum.	Moyen-âge central		PATRIARCH
	11,RUE DU LANGUEDOC	Eau et hydraulique, bains	Haut Empire		PATRIARCH
	16,RUE CAPUS	Funéraire, cimetière, incinération	Second Age du Fer		Vidal, Marty 1982
	RUE ACHILLE VIADIEU	Bâtiment, puits à eau	Antiquité indét.		PATRIARCH
	RUE ACHILLE VIADIEU	Puits à eau	Moyen-âge central		PATRIARCH
	RUE ACHILLE VIADIEU	Puits à eau	Epoque contemp.		PATRIARCH
	15 RUE DES TOURNEURS	Evacuation	Epoque moderne		Marty, Vidal 1982
	15-21, RUE DES COUTELIERS	Fosse	Moyen-âge central		PATRIARCH
	15-21, RUE DES COUTELIERS	Economie	Epoque moderne		PATRIARCH
	AV JEAN RIEUX	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		PATRIARCH
	PLACE ARNAUD BERNARD	Hab., étab. de religieux, enc., ville	Moyen-âge central		Catalo 1988
	PORT SAINT SAUVEUR 2	Cimetière, inhumation	Antiquité tardive		Cazes 1989b, Paya, Genevieve 1999
	PORT SAINT SAUVEUR 2	Cimetière, inhumation	Haut Moyen-âge		Cazes 1989b, Paya, Genevieve 1999
	PLACE ESQUIROL	Habitat	Moyen-âge central		De Filippo 1990,Arramond 1993, Boudartchouk <i>et al.</i> 2005
	SQUARE DE GAULLE - CAPITOLE-ALSACE	Habitat	Antiquité indét.		PATRIARCH
	SQUARE DE GAULLE - CAPITOLE-ALSACE	Habitat	Moyen-âge central		PATRIARCH
	10, RUE SAINTE-ANNE	Ville	Moyen-âge central		S.R.A. 1990
	17 RUE LARREY	Egout, puits à eau, fosse	Bas Moyen-âge		Martin, Requi 1993
	17 RUE LARREY	Ilôt, égout, puits à eau, fosse	Epoque moderne		Martin, Requi 1993
	EGLISE SAINT PIERRE DES CUISINES	Cimetière	Haut Moyen-âge		Carbonell,Pradalié 1980,Pradalié 1982, 1983, 1984,Cazes,Trémolet 1985,Cazes 1986, Cazes,Catalo 1989, Arramond <i>et al.</i> 1996
	EGLISE SAINT PIERRE DES CUISINES	Eglise	Epoque contemp.		Carbonell,Pradalié 1980,Pradalié 1982, 1983, 1984,Cazes,Trémolet 1985,Cazes 1986, Cazes,Catalo 1989, Arramond <i>et al.</i> 1996
	BASILIQUE SAINT SERNIN	Eglise	Moyen-âge indét.		Cazes 1988a, Dieulafait 1989
	CITE JUDICIAIRE, ALLEES JULES GUESDE		Bas Moyen-âge		Dubois 1993, Poignant, Catalo 2001,Catalo <i>et al.</i> 1999, 2007
	7 CHEMIN DE LA FLAMBERE		Moyen-âge indét.	2008	Merleau <i>et al.</i> 2008a
	SAINT-MICHEL-DU-TOUCH	Occupation	Néolithique moyen	1964	Bacrabère 1964,1967,1968,1969,1990, Méroc, Simonnet 1964, Simonnet 1965, 1966, 1967, 1968, 1969,1970a,1971a,1972a,1973a, Jedikian 2002, Jedikian, Gernigon 2001, 2003, Jedikian <i>et al.</i> 2004, 2005,
	SAINT-MICHEL-DU-TOUCH	Occupation	Age du Fer indét.	1964	Bacrabère 1990
	ILE DE LA POWDERIE	Poignards à rivets	Age du Bronze moyen		Pailler <i>et al.</i> 2002
	ILE DU GUE DU RAMIER	Longue hache à rebords	Age du Bronze moyen		Pailler <i>et al.</i> 2002
	QUARTIER SAINT-CYPRIEN	Longues haches à rebords	Age du Bronze moyen		Pailler <i>et al.</i> 2002
	VILLE	Une hache à talon	Age du Bronze moyen		Pailler <i>et al.</i> 2002
	6 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Silos	Moyen-âge indét.	1970	Bacrabère 1970
	12 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Fosses	Indéterminé	2007	Requi <i>et al.</i> 2007a
	12 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Fossé, trou de poteau	Néolithique moyen	2007	Requi <i>et al.</i> 2007a
	13 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Sructures à galets, fossé, mobilier	Néolithique moyen	2006	Gaiffe <i>et al.</i> 2006, Marty <i>et al.</i> 2006

	13 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Epandage mobilier, fosses, TP	Second Age du Fer	2006	Gaiffe <i>et al.</i> 2006, Marty <i>et al.</i> 2006
	13 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Radiers de galets, murs	Antiquité indét.	2006	Gaiffe <i>et al.</i> 2006, Marty <i>et al.</i> 2006
	15 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Fosses à galets	Néolithique indét.	2007	Requi <i>et al.</i> 2007b
	15 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Fossé, niveau de circ., paléosol	Second Age du Fer	2007	Requi <i>et al.</i> 2007b
	15 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Bâtiments, céramique	Antiquité indét.	2007	Requi <i>et al.</i> 2007b
	24 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Fosses	Antiquité indét.	2008	Merleau <i>et al.</i> 2008b
	24 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Construction	Epoque moderne	2008	Merleau <i>et al.</i> 2008b
	26 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Trou de poteau, mob. céram., lithique	Néolithique moyen	2009	Merleau <i>et al.</i> 2009
	26 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Fosse, céramique	Période républicaine	2009	Merleau <i>et al.</i> 2009
	26 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Fosse	Moyen-âge indét.	2009	Merleau <i>et al.</i> 2009
	26 CHEMIN DE LA FLAMBERE	Fosse, fossé, construction	Epoque moderne	2009	Merleau <i>et al.</i> 2009
VERDUN-SUR-GARONNE	PUPILLE	Occupation	Antiquité indét.	2003	Marévaud-Tardiveau 2007
	BORDENEUVE	Occupation	Antiquité indét.		PATRIARCH
	PARIS	Nécropole	Haut Moyen-âge		Marévaud-Tardiveau 2007
	LAMOUGNERE	Cimetière, inhumation	Haut Moyen-âge		PATRIARCH
	LAMOUGNERE	Inhumation, cimetière	Antiquité tardive		PATRIARCH
	SAINT PIERRE	Eglise	Haut Moyen-âge		PATRIARCH
	ND DE SAINT PIERRE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT MARTIN	Eglise	Haut Moyen-âge		PATRIARCH
	SAINT SULPICE	Eglise	Moyen-âge central		PATRIARCH
	VILLE	Défense, porte	Moyen-âge central		PATRIARCH
	PARIS	Cimetière, inhumation	Haut Moyen-âge		Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT PIERRE	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT MARTIN	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT SULPICE	Cimetière, inhumation	Moyen-âge central		PATRIARCH
	SAINT SULPICE	Prieuré	Moyen-âge central		PATRIARCH
	VILLE	Défense, fosse, silo, chât. fort, église	Moyen-âge central		PATRIARCH
	PUPILLE	Occupation	Haut Moyen-âge	2003	Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT-MICHEL	Céramiques et mobilier	Age du Fer indét.	1996	Pons 1996, Campech 1996a, Campech 1996b, Marévaud-Tardiveau 2007
	GUE DE LA GARONNE	Mobilier	Age du Bronze final		Marévaud-Tardiveau 2007
	SAINT-MICHEL	Mobilier	Moyen-âge indét.	1996	Pons 1996, Campech 1996a, Campech 1996b, Marévaud-Tardiveau 2007
	LA MANCENQUE	Villa	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Villa	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	PARIS	Villa	Antiquité indét.		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Monnaie	Haut Empire		Marévaud-Tardiveau 2007
	COMMUNE	Monnaies	Haut Moyen-âge		Marévaud-Tardiveau 2007

ANNEXE 2

TRAITEMENTS DES DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES

1. Tri communal des sites archéologiques
2. Tri communal des sites archéologiques d'après leur unité morphologique d'implantation
3. Tri géomorphologique des sites archéologiques
4. Tri géoarchéologique des sites archéologiques
5. Tri typologique des sites archéologiques
6. Méthode du Khi2 (J.-M. Carozza)
7. Méthode « Zone tampon »

1. Tri communal des sites archéologiques

Commune	Surface totale (km ²)	Surface plaine (km ²)	% S. plaine/ S. totale	Nb sites vallée	Densité	Nb sites plaine all.	Densité
AUCAMVILLE (31)	3,96	0	0	7	1,8	0	0
AUCAMVILLE (82)	22,91	0	0	25	1,1	1	0
BEAUZELLE	4,42	1,09	24,7	11	2,5	0	0
BESSENS	9,27	0,58	6,3	7	0,8	0	0
BLAGNAC	16,88	3,59	21,3	37	2,2	0	0
BOUDOU	12,3	1,94	15,8	6	0,5	0	0
BOURRET	16,48	5,5	33,4	9	0,5	0	0
CASTELFERRUS	8,39	2,08	24,8	10	1,2	2	1
CASTELMAYRAN	15,96	2,98	18,7	15	0,9	0	0
CASTELNAU D'ESTRETEFONDS	28,32	10,05	35,5	29	1,0	13	1,3
CASTELSARRASIN	73,77	38,58	52,3	45	0,6	10	0,3
CORDES-TOLOSANNES	13,77	2,79	20,3	13	0,9	7	2,5
DIEUPENTALE	6,14	0,36	5,9	5	0,8	0	0
ESCATALENS	17,99	8,96	49,8	22	1,2	0	0
FENOUILLET	9,51	8,49	89,3	6	0,6	2	0,2
FINHAN	11,48	5,45	47,5	6	0,5	0	0
GAGNAC-SUR-GARONNE	4,34	4,34	100	3	0,7	3	0,7
GRENADE-SUR-GARONNE	37,01	14,3	38,6	34	0,9	15	1
GRISOLLES	17,6	13,8	78,4	21	1,2	15	1,1
LESPINASSE	4,24	2,47	58,3	4	0,9	4	1,6
MAS-GRENIER	24,66	7,12	28,9	20	0,8	1	0,1
MERVILLE	30,68	1,06	3,5	25	0,8	0	0
MOISSAC	85,95	32,42	37,7	64	0,7	15	0,5
MONBEQUI	6,78	4,09	60,3	1	0,1	1	0,2
MONTECH	50,14	7,53	15	46	0,9	4	0,5
ONDES	6,57	6,57	100	12	1,8	12	1,8
POMPIGNAN	39,31	3,64	9,3	20	0,5	10	2,7
SAINT-AIGNAN	18,48	0,71	3,8	11	0,6	0	0
SAINT-ALBAN	4,26	0	0	1	0,2	0	0
SAINT-JORY	19,1	14,76	77,3	9	0,5	2	0,1
SAINT-NICOLAS-DE-LA-GRAVE	26,34	18,49	70,2	12	0,5	9	0,5
SAINT-PORQUIER	13,7	5,78	42,2	19	1,4	1	0,2
SAINT-RUSTICE	2,36	1,11	47	11	4,7	8	7,2
SEILH	6,16	1,22	19,8	8	1,3	0	0
TOULOUSE	118,3	11,45	9,7	155	1,3	31	2,7
VERDUN-SUR-GARONNE	33,26	18,65	56,1	26	0,8	5	0,3
TOTAL	820,79	261,95		755	0,9	171	0,7

2. Tri communal des sites archéologiques d'après leur unité morphologique d'implantation

	Aucamville (31)					Aucamville (82)					Beauzelle				
	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.
Paléolithique									1	1				1	
Néolithique									2					2	
Age du Bronze									2					1	
Age du Fer														2	
Antiquité				4			1		2	4				5	
Moyen-âge				3					4	7					
Epoque Moderne									1						
Epoque Contemp.															
Indéterminé															
Total				7			1		12	12				11	
TOTAL COM.					7					25					11

	Bessens					Blagnac					Boudou				
	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.
Paléolithique					1				1						
Néolithique									7						
Age du Bronze				1					8						
Age du Fer									5						
Antiquité				1	1			5	6						
Moyen-âge				2	1			3	2						6
Epoque Moderne															
Epoque Contemp.															
Indéterminé															
Total				4	3			8	29						6
TOTAL COM.					7					37					6

	Bourret					Castelferrus					Castelmayran				
	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.
Paléolithique															2
Néolithique					1				3					1	2
Age du Bronze															1
Age du Fer									1					2	
Antiquité			1		1				4					3	2
Moyen-âge					6		2							1	1
Epoque Moderne															
Epoque Contemp.															
Indéterminé															
Total			1		8		2		8					7	8
TOTAL COM.					9					10					15

	Castelnau d'Estretefonds					Castelsarrasin					Cordes-Tolosannes				
	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.
Paléolithique					5										
Néolithique		4			2		1		1						
Age du Bronze		2			1				2		1				
Age du Fer		1					1		2						
Antiquité		4			4		5		9			1		1	4
Moyen-âge		1		1	2		1		16			4			
Epoque Moderne		1			1		1		3						
Epoque Contemp.							1		2			1			
Indéterminé															1
Total		13		1	15		10		35		1	6	0	1	5
TOTAL COM.					29				45						13

	Dieupentale					Escatalens					Fenouillet				
	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.
Paléolithique															
Néolithique									2		1				
Age du Bronze															
Age du Fer									1				1		
Antiquité				3					6			1	1		
Moyen-âge				2					7				2		
Epoque Moderne															
Epoque Contemp.									2						
Indéterminé									4						
Total				5					22		1	1	4		
TOTAL COM.					5					22					6

	Finhan					Gagnac-sur-Garonne					Saint-Rustice				
	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.
Paléolithique															2
Néolithique															
Age du Bronze												1			
Age du Fer															
Antiquité				4			3					3			1
Moyen-âge				1											
Epoque Moderne												4			
Epoque Contemp.				1											
Indéterminé															
Total				6			3					8			3
TOTAL COM.					6					3					11

	Grenade-sur-Garonne					Grisolles					Lespinasse				
	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.
Paléolithique					3					1					
Néolithique		1		1	2		5		1						
Age du Bronze	1				1										
Age du Fer															
Antiquité	3	6		3	1		3		1	1					
Moyen-âge		3		8		1	3		1			4			
Epoque Moderne		1													
Epoque Contemp.						1	1		1						
Indéterminé							1								
Total	4	11		12	7	2	13		4	2		4			
TOTAL COM.					34					21					4

	Mas-Grenier					Merville					Moissac				
	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.
Paléolithique										2					2
Néolithique				2											
Age du Bronze	1				1							1			
Age du Fer									1						2
Antiquité				4					4	4		6			8
Moyen-âge				8	1				1	12		4			33
Epoque Moderne				1								1			3
Epoque Contemp.				1	0							1			
Indéterminé					1				1			2			1
Total	1			16	3				7	18		15			49
TOTAL COM.					20					25					64

	Monbequi					Montech					Ondes				
	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.
Paléolithique															
Néolithique									5			3			
Age du Bronze															
Age du Fer									9		2	2			
Antiquité								2	12		1	3			
Moyen-âge		1						2	13			1			
Epoque Moderne															
Epoque Contemp.									2						
Indéterminé									1						
Total		1					4		42		3	9			
TOTAL COM.					1					46					12

	Pompignan					Saint-Aignan					Saint-Alban				
	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.
Paléolithique					4					3					
Néolithique		1			2				1						
Age du Bronze		2													
Age du Fer															
Antiquité		2			4				2						
Moyen-âge		1							3					1	
Epoque Moderne									1						
Epoque Contemp.		1							1						
Indéterminé		3													
Total		10			10				8	3				1	
TOTAL COM.					20					11					1

	Saint-Jory					Saint-Nicolas					Saint-Porquier				
	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.
Paléolithique														2	
Néolithique														1	
Age du Bronze														1	
Age du Fer				1		1								1	
Antiquité		1		1			2					1		2	
Moyen-âge			4				4		2					8	
Epoque Moderne		1	1				1							2	
Epoque Contemp.							1		1						
Indéterminé														1	
Total		2	5	2		1	8		3			1		18	
TOTAL COM.					9					12					19

	Seilh					Toulouse					Verdun-sur-Garonne				
	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.	L. min.	L. maj.	F. Eol.	Bas. T.	M.T./M.
Paléolithique									1						
Néolithique				1				2	4						
Age du Bronze						4		1	1	1	1				
Age du Fer				1		2			16	3		1			
Antiquité				3		4		4	47		2			5	
Moyen-âge				3		8	1	4	26			1		16	
Epoque Moderne								3	6						
Epoque Contemp.						1		1							
Indéterminé						9	2	1	1	2					
Total				8		28	3	16	102	6	3	2		21	
TOTAL COM.					8					155					26

3. Tri géomorphologique des sites archéologiques

	L.min. / Fz3	% période	% unité morpho	L.Maj./ Fz2	% période	% unité morpho	L.Maj. Exc./ Fz1	% période	% unité morpho	Plaine alluviale/ Fz1,2,3	% période	% unité morpho
Paléolithique	0	0	0	0	0	0	1	3,1	0,8	1	3,1	0,6
Néolithique	0	0	0	1	2	2,5	15	24,6	11,8	16	26,2	9,4
Age du Bronze	1	2,8	25	7	19	17,5	6	16,7	4,7	14	38,9	8,2
Age du Fer	0	0	0	5	9	12,5	5	8,6	3,9	10	17,2	5,8
Antiquité	1	0,4	25	9	4	22,5	42	18,1	33,1	52	22,4	30,4
Moyen-âge	0	0	0	9	4	22,5	33	13	26	42	16,6	24,6
Epoque Moderne	0	0	0	0	0	0	10	31,3	7,9	10	31,3	5,8
Epoque Contemp.	0	0	0	2	10	5	6	30	4,7	8	40	4,7
Indéterminé	2	6,5	50	7	23	17,5	9	29	7,1	18	58,1	10,5
Total	4			40			127			171		
% total unité morpho	0,5			5,3			16,8			22,6		

	Form. Eol./ Würm	% période	% unité morpho	Bas. terr. / Fx	% période	% unité morpho	Moy. Terr. /mol.	% période	% unité morpho	total période	% total période
Paléolithique	0	0	0	6	18,8	1,5	25	78,1	15,8	32	4,2
Néolithique	2	3,3	5,9	34	55,7	8,7	9	14,8	5,7	61	8,1
Age du Bronze	1	2,8	2,9	16	44,4	4,1	5	13,9	3,2	36	4,8
Age du Fer	1	1,7	2,9	42	72,4	10,7	5	8,6	3,2	58	7,7
Antiquité	11	4,7	32,4	133	57,3	33,9	36	15,5	22,8	232	30,7
Moyen-âge	13	5,1	38,2	129	51	32,9	69	27,3	43,7	253	33,5
Epoque Moderne	4	12,5	11,8	14	43,8	3,6	4	12,5	2,5	32	4,2
Epoque Contemp.	1	5	2,9	11	55,0	2,8	0	0	0	20	2,6
Indéterminé	1	3,2	2,9	7	22,6	1,8	5	16,1	3,2	31	4,1
Total	34			392			158			755	
% total unité morpho	4,5			51,9			20,9				

L. min. : lit mineur ; L. Maj. : lit majeur ; L. Maj. Exc. : lit majeur exceptionnel ; Form. Eol. : formations éoliennes ; Bas. terr. : basse terrasse ; Moy. Terr./mol. : moyenne terrasse/molasse. % période : représentation (en %) du nombre de sites d'une période sur une unité morphologique par rapport à l'ensemble des sites de cette même période. % unité morpho : représentation (en %) du nombre de sites d'une période sur une unité morphologique par rapport à l'ensemble des sites de cette même unité morphologique. % total période : représentation (en %) du nombre total de sites d'une période par rapport au nombre total de sites. % total unité morpho : représentation (en %) du nombre total de sites sur une unité morphologique par rapport au nombre total de sites.

4. Tri géoarchéologique des sites archéologiques

Chrono.	PA	FE	BT	MT	Total	Chrono.	PA	FE	BT	MT	Total	Chrono.	PA	FE	BT	MT	Total
Paléo. ancien	0	0	1	19	20	Néo. ancien	0	0	0	0	0	ADB ancien	1	0	5	2	8
Paléo. moyen	0	0	1	4	5	Néo. moyen	0	2	8	2	12	ADB moyen	5	1	0	0	6
Paléo. Sup.	0	0	2	3	5	Néo. récent & final	5	0	4	2	11	ADB final	4	0	9	3	16
Paléo. Ind.	0	0	2	0	2	Néo. ind.	11	0	21	6	38	ADB ind.	4	0	2	0	6
Total	0	0	6	26	32	Total	16	2	33	10	61	Total	14	1	16	5	36
Chrono.	PA	FE	BT	MT	Total	Chrono.	PA	FE	BT	MT	Total	Chrono.	PA	FE	BT	MT	Total
1 ^{er} ADF	1	0	8	1	10	Période Rép.	1	1	1	0	3	HMA	5	3	27	9	44
2 nd ADF	5	1	23	3	32	Haut Empire	6	1	37	6	50	MAC	19	5	57	37	118
ADF ind.	4	0	11	1	16	Ant. Tardive	5	0	18	4	27	BMA	1	0	9	12	22
Total	10	1	42	5	58	Ant. ind.	35	11	83	23	152	MA ind.	12	5	40	12	69
						Total	47	13	139	33	232	Total	37	13	133	70	253

Chrono.	LMi	LM	LME	Total	Chrono.	LMi	LM	LME	Total	Chrono.	LMi	LM	LME	Total
Paléo. ancien	0	0	0	0	Néo. ancien	0	0	0	0	ADB ancien	0	0	1	1
Paléo. moyen	0	0	0	0	Néo. moyen	0	0	0	0	ADB moyen	0	5	0	5
Paléo. Sup.	0	0	0	0	Néo. récent & final	0	0	5	5	ADB final	0	1	3	4
Paléo. Ind.	0	0	0	0	Néo. ind.	0	1	10	11	ADB ind.	1	2	1	4
Total	0	0	0	0	Total	0	1	15	16	Total	1	8	5	14
Chrono.	LMi	LM	LME	Total	Chrono.	LMi	LM	LME	Total	Chrono.	LMi	LM	LME	Total
1 ^{er} ADF	0	1	0	1	Période Rép.	0	0	1	1	HMA	0	2	3	5
2 nd ADF	0	3	2	5	Haut Empire	0	3	3	6	MAC	0	2	17	19
ADF ind.	0	0	4	4	Ant. Tardive	0	1	4	5	BMA	0	1	0	1
Total	0	4	6	10	Ant. ind.	1	6	28	35	MA ind.	0	5	7	12
						1	10	36	47		0	10	27	37

Paléo. : Paléolithique ; **Néo.** : Néolithique ; **ADB** : âge du Bronze ; **ADF** : âge du Fer ; **Ant.** : Antiquité ; **HMA** : Haut Moyen-âge ; **MAC** : Moyen-âge Central ; **BMA** : Bas Moyen-âge ; **MA** : Moyen-âge ; **LMi** : lit mineur ; **LM** : lit majeur ; **LME** : lit majeur exceptionnel ; **FE** : formations éoliennes ; **BT** : basse terrasse ; **MT** : moyenne terrasse/molasse. L'absence des données modernes, contemporaines et indéterminées est justifié par une discrimination chronologique imprécise en rapport des périodes précédentes

5. Tri typologique des sites archéologiques

a. Répartition chronologique

	Paléo.	% occ. Paléo.	Néolithique	% occ. Néo.	Age du Bronze	% occ. ADB	Age du Fer	% occ. ADF
Occupations	21	5	55	13,2	23	5,5	27	6,5
Funéraire	0	0	1	0,8	2	1,7	18	14,9
Monument cultuel	0	0	0	0	0	0	0	0
Mobiliers	2	2,2	2	2,2	9	9,7	10	10,8
Indéterminé	9	17,3	4	7,7	6	11,5	6	11,5
Total	32		62		40		61	

	Antiquité	% occ. Ant.	Moyen-âge	% occ. MA.	Epoq. Mod. & Cont.	% occ. Mod. & Cont.	Indét.	% occ. Ind.	Total
Occupations	155	37,2	96	23	25	6	15	3,6	417
Funéraire	24	19,8	67	55,4	4	3,3	5	4,1	121
Monument cultuel	2	1,6	100	80	20	16	3	2,4	125
Mobiliers	49	52,7	14	15,1	4	4,3	3	3,2	93
Indéterminé	14	26,9	6	11,5	2	3,8	5	9,6	52
Total	244		283		55		31		808

Paléo. : Paléolithique ; Néo. : Néolithique ; ADB : Age du Bronze ; ADF : Age du Fer ; Ant. Antiquité ; MA : Moyen-âge ; Epoq. Mod. & Cont. : époque Moderne et Contemporaine ; Indét. ou Ind. : période Indéterminée. % occ. période : représentation (en %) du nombre d'une typologie d'une période par rapport au total de cette même typologie.

b. Répartition géomorphologique

Typologie des sites	Lit maj.	% typo.	% L. min.	% plaine all.	Lit maj. Exc.	% L. maj.	% typo.	% plaine all.	Plaine all.	% plaine	% typo.
Occupations	22	5,3	50	12,9	69	16,5	54,3	40,4	91	21,8	53,2
Funéraire	2	1,7	4,5	1,2	12	9,9	9,4	7	14	11,6	8,2
Monument cultuel	0	0	0	0	20	16	15,7	11,7	20	16	11,7
Mobiliers	13	14	29,5	7,6	18	19,3	14,2	10,5	31	33,3	18,1
Indéterminé	7	13,5	15,9	4,1	8	15,4	6,3	4,7	15	28,8	8,8
Total	44				127				171		

Typologie des sites	Form. Éol.	% Form. Éol.	% typo.	Basse terrasse	% Basse terrasse	% typo.	Moy. Ter./Mol.	% Moy. Ter./Mol.	% typo.	Total
Occupations	17	4,1	45,9	230	55,2	55	79	18,9	43,4	417
Funéraire	6	5	16,2	62	51,2	14,8	39	32,2	21,4	121
Monument cultuel	6	4,8	16,2	62	49,6	14,8	37	29,6	20,3	125
Mobiliers	4	4,3	10,8	45	48,4	10,8	13	14	7,1	93
Indéterminé	4	7,7	10,8	19	36,5	4,5	14	26,9	7,7	52
Total	37			418			182			808

L. Maj. : lit majeur + lit mineur ; L. Maj. Exc. : lit majeur exceptionnel ; Plaine all. : plaine alluviale ; Form. Éol. : formations éoliennes ; Moy. Terr./mol. : moyenne terrasse/molasse. % typo. : représentation (en %) du nombre d'une typologie d'une unité morphologique par rapport à l'ensemble de cette même typologie. % unité morphologique : représentation (en %) du nombre d'une typologie sur une unité morphologique par rapport à l'ensemble des typologies de cette même unité morphologique.

c. Répartition géoarchéologique

Paléolithique	Plaine alluviale	Basse terrasse	Form. Eol.	Moy. Ter./Mol.	Total
Occupations	0	3	0	18	21
Funéraire	0	0	0	0	0
Monument cultuel	0	0	0	0	0
Mobiliers	0	2	0	0	2
Indéterminé	0	1	0	8	9
Total	0	6	0	26	32

Antiquité	Plaine alluviale	Basse terrasse	Form. Eol.	Moy. Ter./Mol.	Total
Occupations	36	91	8	20	155
Funéraire	3	13	0	8	24
Monument cultuel	0	2	0	0	2
Mobiliers	16	23	1	9	49
Indéterminé	4	7	2	1	14
Total	59	136	11	38	244

Néolithique	Plaine alluviale	Basse terrasse	Form. Eol.	Moy. Ter./Mol.	Total
Occupations	15	31	2	7	55
Funéraire	0	1	0	0	1
Monument cultuel	0	0	0	0	0
Mobiliers	0	1	1	0	2
Indéterminé	1	2	0	1	4
Total	16	35	3	8	62

Moyen Age	Plaine alluviale	Basse terrasse	Form. Eol.	Moy. Ter./Mol.	Total
Occupations	17	52	3	24	96
Funéraire	7	31	5	24	67
Monument cultuel	15	49	5	31	100
Mobiliers	2	10	1	1	14
Indéterminé	1	3	1	1	6
Total	42	145	15	81	283

Age du Bronze	Plaine alluviale	Basse terrasse	Form. Eol.	Moy. Ter./Mol.	Total
Occupations	8	13	0	2	23
Funéraire	0	1	0	1	2
Monument cultuel	0	0	0	0	0
Mobiliers	5	2	1	1	9
Indéterminé	4	1	0	1	6
Total	17	17	1	5	40

Epoques Moderne et Cont.	Plaine alluviale	Basse terrasse	Form. Eol.	Moy. Ter./Mol.	Total
Occupations	6	13	3	3	25
Funéraire	1	0	0	3	4
Monument cultuel	4	10	1	5	20
Mobiliers	4	0	0	0	4
Indéterminé	0	1	0	1	2
Total	15	24	4	12	55

Age du Fer	Plaine alluviale	Basse terrasse	Form. Eol.	Moy. Ter./Mol.	Total
Occupations	4	21	0	2	27
Funéraire	2	13	1	2	18
Monument cultuel	0	0	0	0	0
Mobiliers	3	6	0	1	10
Indéterminé	2	3	1	0	6
Total	11	43	2	5	61

Indéterminé	Plaine alluviale	Basse terrasse	Form. Eol.	Moy. Ter./Mol.	Total
Occupations	5	6	1	3	15
Funéraire	1	3	0	1	5
Monument cultuel	1	1	0	1	3
Mobiliers	1	1	0	1	3
Indéterminé	3	1	0	1	5
Total	11	12	1	7	31

6. Méthode du Khi2 (J.-M. Carozza)

	Plaine	Très basse terrasse (ex.éolien)	Basse Terrasse	Moyenne terrasse – Molasse	Total	
Néo						Densité
Site obs.	16	2	33	10	61	0,07632919
Surface	263,62	31,32	302,83	201,4	799,17	
Site théo	20	2	23	15	61	Khi2 rive
khi2	0,8	0	4,34782609	1,66666667	6,81449275	7,8147279
Bronze						Densité
Site obs.	14	1	16	5	36	0,04504674
Surface	263,62	31,32	302,83	201,4	799,17	
Site théo	12	1	14	9	36	
khi2	0,33333333	0	0,28571429	1,77777778	2,3968254	7,8147279
Age du Fer						Densité
Site obs.	10	1	42	12	65	0,08133438
Surface	263,62	31,32	302,83	201,4	799,17	
Site théo	21	3	25	16	65	
khi2	5,76190476	1,33333333	11,56	1	19,6552381	7,8147279
Antiquité						Densité
Site obs.	47	13	135	33	228	0,28529599
Surface	263,62	31,32	302,83	201,4	799,17	
Site théo	75	9	86	57	227	
khi2	10,45333333	1,77777778	27,9186047	10,1052632	50,2549789	7,8147279
MA						Densité
Site obs.	37	13	133	70	253	0,31657845
Surface	263,62	31,32	302,83	201,4	799,17	
Site théo	83	10	96	64	253	
khi2	25,4939759	0,9	14,2604167	0,5625	41,2168926	7,8147279

	Vallée	Plaine	Total	Khi2 vallée	Khi2 plaine	Khi2 calculé	Khi2 théorique	p>0,05
Néolithique								
Observé	47	14	61					
	77,0491803	22,9508197						
Théorique	533	164	697					
	76,4705882	23,5294118		0,013076923	0,01422767	0,0273046	3,84145882	H0 acceptée
Bronze								
Observé	21	15	36					
	58,3333333	41,6666667						
Théorique	533	164	697					
	76,4705882	23,5294118		4,301784816	13,9808007	18,2825855	3,84145882	H0 rejeté
Fer								
Observé	55	10	65					
	84,6153846	15,3846154						
Théorique	533	164	697					
	76,4705882	23,5294118		0,867493106	2,81935259	3,6868457	3,84145882	H0 acceptée
Antiquité								
Observé	168	62	230					
	73,0434783	26,9565217						
Théorique	533	164	697					
	76,4705882	23,5294118		1,307692308	1,42276744	2,73045975	3,84145882	H0 acceptée
MA								
Observé	205	48	253					
	81,027668	18,972332						
Théorique	533	164	697			Khi2 calculé		
	76,4705882	23,5294118		0,271568146	0,88259647	1,15416462	3,84145882	H0 acceptée
MC								
Observé	35	17	52					
	67,3076923	32,6923077						
Théorique	164	533	697					
	23,5294118	76,4705882		81,45285851	25,062418	106,515277	3,84145882	H0 rejeté

7. Méthode « Zone tampon »

Distance (m)	Paléolithique	Néolithique	Age du Bronze	Age du Fer	Antiquité	Moyen-âge	Contemporain	Moderne	Indéterminé	Total cumulé
50	0	0	3	0	3	2	0	0	2	10
100	0	0	3	0	3	2	0	0	2	10
150	0	0	3	0	3	5	0	0	3	14
200	0	0	6	0	5	5	0	0	3	19
250	0	0	6	0	7	5	0	0	3	21
300	0	0	7	1	7	5	0	0	3	23
350	0	0	7	1	8	5	1	0	6	28
400	0	0	7	2	10	7	2	0	6	34
450	0	0	8	3	13	7	2	0	6	39
500	0	4	8	3	15	9	2	1	7	49
550	0	4	8	3	16	9	2	1	7	50
600	0	4	8	7	18	10	2	1	8	58
650	0	4	8	7	19	10	2	1	8	59
700	0	4	8	7	19	11	2	1	8	60
750	0	5	8	7	20	12	2	1	8	63
800	0	5	8	7	21	12	2	1	9	65
850	0	5	8	7	22	13	2	1	9	67
900	0	5	8	7	23	13	2	1	9	68
950	0	6	8	7	23	13	2	2	9	70
1000	0	8	8	7	24	13	2	2	9	73
1050	0	9	8	7	24	14	2	2	10	76
1100	0	9	8	8	24	15	2	2	10	78
1150	0	9	8	8	25	16	2	2	10	80
1200	0	10	8	8	28	16	3	2	12	87
1250	0	13	8	8	29	16	3	2	12	91
1300	0	13	8	8	29	17	3	2	12	92
1350	0	13	8	8	30	18	3	2	12	94
1400	0	13	8	8	30	18	3	2	12	94
1450	0	13	8	8	32	18	3	3	12	97
1500	0	13	8	8	32	18	3	3	12	97
1550	0	13	8	8	33	18	3	3	12	98
1600	0	13	8	8	33	18	3	3	12	98
1650	0	13	8	8	33	18	3	3	12	98
1700	0	13	8	8	35	22	4	3	12	105
1750	0	13	8	8	37	23	4	3	12	108
1800	0	13	8	8	37	23	4	4	12	109
1850	0	13	8	9	37	24	4	4	12	111
1900	0	13	8	9	38	24	4	4	12	112
1950	0	13	8	9	38	24	4	4	13	113
2000	0	13	8	9	38	24	4	4	13	113
2050	0	13	8	9	39	25	4	4	13	115
2100	0	13	8	9	40	25	4	4	13	116
2150	0	13	8	9	40	26	4	4	13	117
2200	0	13	8	9	41	28	4	4	14	121
2250	0	13	10	9	41	28	4	4	14	123
2300	0	14	11	9	41	28	4	4	14	125
2350	0	14	11	9	41	29	5	4	14	127
2400	0	14	11	9	41	29	5	4	14	127
2450	0	14	11	9	42	29	5	4	14	128
2500	0	14	11	9	42	29	5	4	14	128
2550	0	14	11	9	43	29	5	5	14	130
2600	0	14	11	9	43	29	5	5	14	130
2650	0	14	11	9	43	29	6	5	14	131
2700	0	14	11	9	45	29	6	5	14	133
2750	0	14	11	9	46	29	6	6	15	136
2800	0	14	11	9	46	30	6	7	15	138
2850	0	14	11	9	46	30	6	7	15	138
2900	0	14	11	9	46	30	6	7	15	138
2950	0	14	11	9	46	30	6	7	15	138
3000	0	14	11	9	46	30	6	8	15	139
3050	0	14	11	9	46	30	6	9	15	140

3100	0	14	11	9	46	30	6	9	15	140
3150	0	14	13	9	46	30	6	9	15	142
3200	0	15	13	9	46	31	7	9	16	146
3250	0	15	13	9	46	31	7	9	16	146
3300	0	15	13	9	46	31	7	9	16	146
3350	0	15	13	9	47	31	7	9	16	147
3400	0	15	13	9	47	31	7	9	16	147
3450	0	15	13	9	47	31	7	9	17	148
3500	0	16	13	9	47	32	7	9	17	150
3550	0	16	13	9	47	32	7	9	17	150
3600	0	16	13	9	47	32	7	9	17	150
3650	0	16	13	9	47	32	7	9	17	150
3700	0	16	13	9	47	32	7	9	17	150
3750	0	16	13	9	47	32	7	9	17	150
3800	0	16	13	9	47	34	7	9	18	153
3850	0	16	13	9	47	34	7	9	18	153
3900	0	16	13	9	47	34	7	9	18	153
3950	0	16	13	9	47	34	7	9	18	153
4000	0	16	13	9	47	34	7	9	18	153
4000 et +	0	16	14	10	47	37	8	10	18	171

ANNEXE 3

TRAITEMENT DES DONNÉES GÉOMORPHOLOGIQUES

1. RAN 1
2. RAN 2
3. V-ZM-41
4. V-ZL-31
5. G-ZC-1-2
6. PDC
7. GAB
8. Perte au feu RAN 3
9. Susceptibilité magnétique RAN 3

1. RAN 1

Nom	Profondeur	Poids	Poids tamisé	%	Charbons	Bois/racines	Coquilles	Graines	Ostracodes	Autres
RAN 1	27-37	534,8	151,5	28,3						
	45-55	626,1	162,2	25,9						
	67-79	556,9	183,1	32,9						
	87-97	590,5	177	30,0		X				
	105-115	629,1	177,4	28,2						
	125-135	686,2	157,8	23,0		X				
	200-210	1087,1	211	19,4						
	210-220	976,8	221,2	22,6		X				
	220-230	868,4	177,2	20,4						X
	230-240	673,9	193,9	28,8						
	240-250	928,3	176,3	19,0						X
	250-260	848,5	191,2	22,5						
	260-270	657,7	203,6	31,0						
	270-280	663,8	173,7	26,2						
	280-290	705,3	172,4	24,4						
	290-300	1039	234,6	22,6						
	300-310	801	176,6	22,0		X		X		
	310-320	832,8	184,8	22,2		X		X		
	320-330	795,9	158,7	19,9		XX		XX		
	330-340	667	180,7	27,1		XX		X		
	340-350	766,9	175,7	22,9		XXX		XX		
	350-360	822,7	218,3	26,5		X		X		
	360-380	841,1	220,1	26,2		XX		X		X
	380-400	434,8	139	32,0		X				

2. RAN 2

Nom	Profondeur	Charbons	Bois/racines	Coquilles		Graines	Ostracodes	Autres
RAN 2	200-205							
TARRIERE	205-210							
	210-215							
	215-220							
	220-225							
	225-230							
	230-235							
	235-240							
	240-245	X						
	245-250							
	250-255							
	255-260							
	260-265							
	265-270							
	270-275							
	275-280							
	280-285							
	285-290							
	290-295							
	300-305							
	305-310							
	310-315							
	315-320	X						
	320-325							
	325-330							
	330-335							
	335-340	X						
	340-345	X	X			X		
	345-350	X	XX	X		XX		
	350-355	XX	XXX	X		XX(raisin)		X
	355-360	X	XXX	X		XX(raisin)		X
	360-365		XXX	X		XX(raisin)		
	365-370		XXX			X		
	370-375	X	XX			X		
	375-380		X			X		
	380-385		XX			XX		
	385-391		XX			X		
	400-405		XXX			XXX		
	405-410		XXX	X		XXX		
	410-415		XX			XX		
	415-420		XX			XX		
	420-425		XX					
	425-430	X	XX			X		
	430-435		XX			XX		
	435-440	X	X	X				
	440-445		XX					
	445-450		XX			X		
	450-455	X	XX			X		
	455-460	X	XX					
	460-465	X	X			X		
	465-470	X	X			X		
	470-475		X			X (raisin)		
	475-480	X	X					
	480-485		X					
	485-490		X			X		
	490-493		X					

	500-505		X			X		
	505-510							
	510-515		X					
	515-520		X			X		
	520-525		X					
	525-530					X (raisin)		
	530-535	X	X					
	535-540							
	540-545							
	545-550		X					
	550-555		X					
	555-560		X					

3. V-ZM-41

Nom	Profondeur	Charbons	Bois/racines	Coquilles	Graines	Ostracodes	Autres
V-ZM-41	030-035			X	X		
CAROTTIER RUSSE	035-040				X		
	040-045			X	X		
	045-050			X			
	050-055				X		
	055-060				X		
	060-065			X	X		
	065-070			X			
	070-075						
	075-080						
	080-085						
	085-090			X			
	090-095			X			
	095-100			X			
	100-105			XXX	X		
	105-110			XXX			
	110-115			XXX			
	115-120			XX			
	120-125			XX	X		
	125-130			X			
	130-135			X			
	135-140			X	X		
	140-145			XX	X		
	145-150			X	X		
	150-155			X	X		
	155-160			X	X		
	160-165				X		
	165-170				X		
	170-174						

Nom	Profondeur	Poids avant	Poids tamisé	%	Charbons	Bois/racines	Coquilles	Graines	Ostracodes	Autres
TARRIERE	170-180	302	104,7	34,7			X			
	182-192	197,8	87,5	44,2			X	X		
	192-200	325,2	112,6	34,6						
	225-235	413,1	111,1	26,9		X				X?
	255-260	556,8	134,4	24,1		X		X		
	280-300	448,5	130,2	29,0	X					
	320-330	586,9	158,5	27,0	X					
	350-360	411,7	143,8	34,9						
	380-390	299,4	118,0	39,4		X				

4. V-ZL-31

Nom	Profondeur	Poids avant	Poids tamisé	%	Charbons	Bois/racines	Coquilles	Graines	Ostracodes	Autres
V-ZL-31	70-80	863	163,5	18,9						
TARRIERE	90-100	345,6	88,2	25,5						
	135-140	394,7	113,1	28,7		X		X		
	145-153	385,3	117,3	30,4			X			
	153-157	421,9	125,1	29,7				X		
	157-163	305	90,7	29,7						
	163-167	400,7	77,5	19,3				X		
	180-185	368,4	90,9	24,7	X	X	X			
	190-200	415,2	77,4	18,6	X	XXX		X		
	205-210	401,8	118,9	29,6		XX		X		
	215-225	603,9	123,3	20,4		X				
	230-250	538,8	136,9	25,4						

5. G-ZC-1-2

Nom	Profondeur	Poids avant	Poids tamisé	%	Charbons	Bois/racines	Coquilles	Graines	Ostracodes	Autres
G-ZC-1-2	30-35	205,7	84	40,8						
TARRIERE	55-60	291,8	107,5	36,8						
	80-95	550,3	128,7	23,4		X				
	122-127	262,6	100,3	38,2						
	140-145	367	106,3	29,0		X				
	162-168	302,4	105,4	34,9		X				
	186-192	279,4	111,5	39,9						
	215-220	353,7	117,9	33,3						
	240-245	302,1	99,3	32,9						X
	270-275	295,3	124,7	42,2			X			X
	285-290	290,9	112,9	38,8						X
	300-310	780,5	194,8	25,0						X
	310-320	1249,8	308,7	24,7						X
	320-330	1122,5	274,6	24,5						X
	330-340	615,6	143,3	23,3						X
	340-350	971,3	164,3	16,9						X
	350-360	944,1	143,6	15,2						
	360-366	453,7	125,3	27,6						X
	366-380	986,3	162,7	16,5		X				

6. PDC

Nom	Profondeur	Poids avant	Poids tamisé	%	Charbons	Bois/racines	Coquilles	Graines	Ostracodes	Autres
PDC 1-1	00-05									
	05_10									
	10_15									
	15-20									
	20-25									
	25-30									
	30-35									
	35-40									
	40-45									
	45-50									
	50-55									
	55-60									
	60-63									
	160-165	289,2	103,3	35,7			X			
	170-175	189,4	84,1	44,4						
	197-203	168,1	76	45,2	X					
	220-225	174,2	78,4	45,0						
	238-243	173,4	74,4	42,9						
	255-260	194,7	76,9	39,5						
PDC 2	83-95	303,2	98,9	32,6						
PDC 3	15-20	163,9	70,1	42,8						
	38-43	164,5	70,3	42,7						
	87-91	136,4	49,1	36,0						
	105-110	219,5	76,6	34,9			X	X		
	131-136	167,9	77,9	46,4						
	166-180	429,2	144,9	33,8						
	190-197	354,6	111,3	31,4						
	230-240	615	165,7	26,9				X		
	245-255	825,5	180,9	21,9		X	X	X		

7. GAB

Nom	Profondeur	Poids avant	Poids tamisé	%	Charbons	Bois/racines	Coquilles	Graines	Ostracodes	Autres
GAB 1-3	97-107	210,2	95,3	45,3				X		
GAB 2-1	153-160	161,8	55,2	34,1						
	171-176	192,1	77,7	40,4						
	184-189	143,2	53,7	37,5						
	265-270	214	85	39,7	X					
	277-282	166,3	72,9	43,8	X					
	289-294	155,6	67,6	43,4	?			?		
	365-370	173	65,2	37,7						
	377-382	174,3	64,9	37,2	X					
	389-394	182,6	77	42,2						

8. Perte au feu RAN 3

Profondeur	Poids avant 105°C (g)	Poids échantillon (g)	Poids après 105°C (g)	Perte d'eau (g)	% perte d'eau	Poids après 550°C (g)	Matières organiques	% matière organique	Poids après 950° (g)	Carbonates	% carbonates
5	12,1	1,44	11,628	0,472	32,8	11,52	0,108	7,5	11,51	0,01	0,7
10	12,128	2,024	11,627	0,501	24,8	11,524	0,103	5,1	11,507	0,017	0,8
15	13,764	2,182	13,228	0,536	24,6	13,123	0,105	4,8	13,098	0,025	1,1
20	12,777	2,069	12,28	0,497	24,0	12,18	0,1	4,8	12,161	0,019	0,9
25	12,725	1,806	12,288	0,437	24,2	12,201	0,087	4,8	12,19	0,011	0,6
30	13,371	2,103	12,818	0,553	26,3	12,699	0,119	5,7	12,687	0,012	0,6
35	13,46	2,181	12,842	0,618	28,3	12,707	0,135	6,2	12,691	0,016	0,7
40	13,884	2,497	13,293	0,591	23,7	13,186	0,107	4,3	13,164	0,022	0,9
45	14,108	2,278	13,572	0,536	23,5	13,48	0,092	4,0	13,464	0,016	0,7
50	13,899	2,125	13,408	0,491	23,1	13,324	0,084	4,0	13,308	0,016	0,8
55	13,003	1,833	12,57	0,433	23,6	12,495	0,075	4,1	12,48	0,015	0,8
60	13,382	2,115	12,856	0,526	24,9	12,763	0,093	4,4	12,744	0,019	0,9
65	12,764	1,754	12,21	0,554	31,6	12,096	0,114	6,5	12,086	0,01	0,6
70	13,144	2,088	12,612	0,532	25,5	12,522	0,09	4,3	12,501	0,021	1,0
75	13,345	2,284	12,814	0,531	23,2	12,727	0,087	3,8	12,705	0,022	1,0
80	12,698	1,914	12,314	0,384	20,1	12,258	0,056	2,9	12,236	0,022	1,1
85	12,61	1,137	12,21	0,4	35,2	12,152	0,058	5,1	12,132	0,02	1,8
90	13,207	2,383	12,825	0,382	16,0	12,773	0,052	2,2	12,751	0,022	0,9
95	12,871	1,904	12,48	0,391	20,5	12,425	0,055	2,9	12,404	0,021	1,1
100	13,398	2,18	12,944	0,454	20,8	12,887	0,057	2,6	12,851	0,036	1,7
105	13,526	2,089	13,125	0,401	19,2	13,059	0,066	3,2	13,036	0,023	1,1
110	13,289	2,141	12,87	0,419	19,6	12,802	0,068	3,2	12,776	0,026	1,2
115	13,172	1,979	12,788	0,384	19,4	12,722	0,066	3,3	12,701	0,021	1,1
120	13,337	1,989	12,937	0,4	20,1	12,877	0,06	3,0	12,852	0,025	1,3
125	12,915	1,82	12,537	0,378	20,8	12,479	0,058	3,2	12,454	0,025	1,4
130	13,066	1,99	12,647	0,419	21,1	12,579	0,068	3,4	12,551	0,028	1,4
135	12,028	1,84	11,555	0,473	25,7	11,476	0,079	4,3	11,448	0,028	1,5
140	12,503	1,927	12,03	0,473	24,5	11,953	0,077	4,0	11,915	0,038	2,0
145	12,795	1,729	12,375	0,42	24,3	12,295	0,08	4,6	12,249	0,046	2,7
150	13,786	1,956	13,321	0,465	23,8	13,235	0,086	4,4	13,189	0,046	2,4
155	12,555	1,842	12,1	0,455	24,7	12,02	0,08	4,3	11,991	0,029	1,6
160	12,63	1,802	12,195	0,435	24,1	12,11	0,085	4,7	12,082	0,028	1,6
165	13,034	1,816	12,572	0,462	25,4	12,49	0,082	4,5	12,461	0,029	1,6
170	12,821	1,849	12,34	0,481	26,0	12,253	0,087	4,7	12,221	0,032	1,7
175	13,216	1,829	12,74	0,476	26,0	12,65	0,09	4,9	12,621	0,029	1,6
180	13,702	2,115	13,156	0,546	25,8	13,055	0,101	4,8	13,018	0,037	1,7
185	13,381	2,109	12,842	0,539	25,6	12,755	0,087	4,1	12,714	0,041	1,9
190	13,073	2,286	12,506	0,567	24,8	12,411	0,095	4,2	12,356	0,055	2,4
195	13,206	1,731	12,77	0,436	25,2	12,697	0,073	4,2	12,659	0,038	2,2
200	13,566	1,789	13,138	0,428	23,9	13,069	0,069	3,9	13,02	0,049	2,7
205	13,358	2,079	12,953	0,405	19,5	12,86	0,093	4,5	12,806	0,054	2,6
210	12,66	1,997	12,189	0,471	23,6	12,095	0,094	4,7	12,058	0,037	1,9
215	13,067	2,058	12,554	0,513	24,9	12,456	0,098	4,8	12,416	0,04	1,9
220	11,833	1,728	11,376	0,457	26,4	11,292	0,084	4,9	11,26	0,032	1,9
225	13,308	2,045	12,78	0,528	25,8	12,677	0,103	5,0	12,636	0,041	2,0
230	12,842	1,672	12,41	0,432	25,8	12,32	0,09	5,4	12,291	0,029	1,7
235	13,273	2,215	12,726	0,547	24,7	12,617	0,109	4,9	12,581	0,036	1,6
240	14,02	2,188	13,498	0,522	23,9	13,402	0,096	4,4	13,373	0,029	1,3
245	13,176	2,204	12,63	0,546	24,8	12,533	0,097	4,4	12,503	0,03	1,4
250	12,911	2,199	12,391	0,52	23,6	12,298	0,093	4,2	12,267	0,031	1,4
255	13,071	2,244	12,545	0,526	23,4	12,456	0,089	4,0	12,425	0,031	1,4
260	13,751	2,167	13,209	0,542	25,0	13,119	0,09	4,2	13,089	0,03	1,4
265	13,207	1,937	12,721	0,486	25,1	12,643	0,078	4,0	12,614	0,029	1,5
270	13,298	2,237	12,704	0,594	26,6	12,622	0,082	3,7	12,59	0,032	1,4
275	13,254	2,037	12,702	0,552	27,1	12,626	0,076	3,7	12,594	0,032	1,6

280	13,501	2,027	12,952	0,549	27,1	12,877	0,075	3,7	12,843	0,034	1,7
285	13,404	2,017	12,861	0,543	26,9	12,796	0,065	3,2	12,755	0,041	2,0
290	13,788	2,013	13,248	0,54	26,8	13,19	0,058	2,9	13,148	0,042	2,1
295	12,609	2,032	12,072	0,537	26,4	12,014	0,058	2,9	11,973	0,041	2,0
300	12,762	1,976	12,326	0,436	22,1	12,27	0,056	2,8	12,226	0,044	2,2
305	13,157	1,878	12,77	0,387	20,6	12,696	0,074	3,9	12,676	0,02	1,1
310	12,513	1,848	12,044	0,469	25,4	11,964	0,08	4,3	11,931	0,033	1,8
315	12,78	1,775	12,29	0,49	27,6	12,217	0,073	4,1	12,189	0,028	1,6
320	11,71	1,606	11,24	0,47	29,3	11,165	0,075	4,7	11,142	0,023	1,4
325	13,119	1,858	12,631	0,488	26,3	12,555	0,076	4,1	12,533	0,022	1,2
330	13,27	2,101	12,677	0,593	28,2	12,593	0,084	4,0	12,568	0,025	1,2
335	12,856	1,799	12,322	0,534	29,7	12,253	0,069	3,8	12,234	0,019	1,1
340	13,669	1,839	13,128	0,541	29,4	13,06	0,068	3,7	13,04	0,02	1,1
345	12,792	1,822	12,259	0,533	29,3	12,195	0,064	3,5	12,175	0,02	1,1
350	12,615	1,905	12,07	0,545	28,6	12,004	0,066	3,5	11,983	0,021	1,1
355	12,73	1,904	12,207	0,523	27,5	12,14	0,067	3,5	12,118	0,022	1,2
360	13,385	1,804	12,839	0,546	30,3	12,759	0,08	4,4	12,739	0,02	1,1
365	13,412	2,142	12,821	0,591	27,6	12,756	0,065	3,0	12,728	0,028	1,3
370	12,897	1,836	12,33	0,567	30,9	12,269	0,061	3,3	12,243	0,026	1,4
375	13,171	1,954	12,704	0,467	23,9	12,67	0,034	1,7	12,61	0,06	3,1
380	13,358	1,884	12,983	0,375	19,9	12,958	0,025	1,3	12,915	0,043	2,3
385	13,144	1,758	12,881	0,263	15,0	12,872	0,009	0,5	12,85	0,022	1,3
390	13,68	1,906	13,388	0,292	15,3	13,383	0,005	0,3	13,368	0,015	0,8
395	12,23	1,656	12,012	0,218	13,2	12,012	0	0,0	12,001	0,011	0,7
400	12,803	2,017	12,485	0,318	15,8	12,485	0	0,0	12,471	0,014	0,7
405	11,928	1,739	11,745	0,183	10,5	11,729	0,016	0,9	11,717	0,012	0,7
410	12,852	1,658	12,688	0,164	9,9	12,672	0,016	1,0	12,66	0,012	0,7
415	13,122	1,773	12,94	0,182	10,3	12,925	0,015	0,8	12,914	0,011	0,6
420	12,762	1,69	12,577	0,185	10,9	12,565	0,012	0,7	12,553	0,012	0,7
425	13,178	1,735	12,982	0,196	11,3	12,969	0,013	0,7	12,956	0,013	0,7
430	12,977	1,883	12,749	0,228	12,1	12,735	0,014	0,7	12,722	0,013	0,7
435	12,642	1,491	12,488	0,154	10,3	12,475	0,013	0,9	12,466	0,009	0,6
440	11,795	1,688	11,6	0,195	11,6	11,586	0,014	0,8	11,57	0,016	0,9
445	13,626	2,149	13,363	0,263	12,2	13,347	0,016	0,7	13,333	0,014	0,7
450	12,948	1,73	12,723	0,225	13,0	12,71	0,013	0,8	12,696	0,014	0,8
455	13,022	1,96	12,8	0,222	11,3	12,785	0,015	0,8	12,71	0,075	3,8
460	12,506	1,798	12,3	0,206	11,5	12,288	0,012	0,7	12,27	0,018	1,0
465	12,623	1,957	12,356	0,267	13,6	12,343	0,013	0,7	12,327	0,016	0,8
470	12,999	1,728	12,81	0,189	10,9	12,8	0,01	0,6	12,783	0,017	1,0
475	13,644	2,06	13,277	0,367	17,8	13,259	0,018	0,9	13,243	0,016	0,8
480	13,884	2,108	13,501	0,383	18,2	13,479	0,022	1,0	13,45	0,029	1,4
485	13,353	1,968	12,924	0,429	21,8	12,899	0,025	1,3	12,842	0,057	2,9
490	13	2,03	12,556	0,444	21,9	12,526	0,03	1,5	12,473	0,053	2,6
495	12,958	2,174	12,51	0,448	20,6	12,476	0,034	1,6	12,418	0,058	2,7
499	12,687	2,111	12,207	0,48	22,7	12,178	0,029	1,4	12,12	0,058	2,7

9. Susceptibilité magnétique RAN 3

Profondeur	Mesure 1	Mesure 2	Moyenne	Profondeur	Mesure 1	Mesure 2	Moyenne	Profondeur	Mesure 1	Mesure 2	Moyenne
0	-4,5531	-4,4216	-4,48735	101	-4,3296	-4,4454	-4,3875	201	-4,5525	-4,3971	-4,4748
1	-4,4261	-4,3442	-4,38515	102	-4,3402	-4,3495	-4,34485	202	-4,403	-4,3852	-4,3941
2	-4,4129	-4,3092	-4,36105	103	-4,3568	-4,3627	-4,35975	203	-4,3931	-4,3813	-4,3872
3	-4,4228	-4,3356	-4,3792	104	-4,3607	-4,364	-4,36235	204	-4,3864	-4,415	-4,4007
4	-4,4116	-4,329	-4,3703	105	-4,3541	-4,3753	-4,3647	205	-4,3845	-4,491	-4,43775
5	-4,4043	-4,3151	-4,3597	106	-4,3535	-4,3865	-4,37	206	-4,4519	-4,4487	-4,4503
6	-4,4328	-4,3277	-4,38025	107	-4,3501	-4,3825	-4,3663	207	-4,4995	-4,4394	-4,46945
7	-4,4209	-4,3098	-4,36535	108	-4,3501	-4,3746	-4,36235	208	-4,4717	-4,4256	-4,44865
8	-4,4308	-4,3369	-4,38385	109	-4,3422	-4,3706	-4,3564	209	-4,4592	-4,4441	-4,45165
9	-4,3977	-4,2893	-4,3435	110	-4,3303	-4,3753	-4,3528	210	-4,4341	-4,4619	-4,448
10	-4,3812	-4,2873	-4,33425	111	-4,3316	-4,368	-4,3498	211	-4,4863	-4,5049	-4,4956
11	-4,3911	-4,2794	-4,33525	112	-4,3429	-4,3786	-4,36075	212	-4,4586	-4,5274	-4,493
12	-4,4017	-4,2768	-4,33925	113	-4,3343	-4,3746	-4,35445	213	-4,5372	-4,4996	-4,5184
13	-4,4057	-4,2807	-4,3432	114	-4,3151	-4,3786	-4,34685	214	-4,5465	-4,4612	-4,50385
14	-4,4387	-4,2999	-4,3693	115	-4,3158	-4,3673	-4,34155	215	-4,5154	-4,4467	-4,48105
15	-4,45	-4,3092	-4,3796	116	-4,3237	-4,3468	-4,33525	216	-4,4956	-4,4685	-4,48205
16	-4,4526	-4,3369	-4,39475	117	-4,3178	-4,3581	-4,33795	217	-4,481	-4,5155	-4,49825
17	-4,446	-4,3323	-4,38915	118	-4,3078	-4,3832	-4,3455	218	-4,4923	-4,5268	-4,50955
18	-4,4506	-4,3363	-4,39345	119	-4,3045	-4,3766	-4,34055	219	-4,5306	-4,5069	-4,51875
19	-4,4268	-4,3164	-4,3716	120	-4,2973	-4,3548	-4,32605	220	-4,5346	-4,4745	-4,50455
20	-4,4249	-4,3105	-4,3677	121	-4,3151	-4,3567	-4,3359	221	-4,4923	-4,495	-4,49365
21	-4,448	-4,3211	-4,38455	122	-4,3078	-4,3429	-4,32535	222	-4,479	-4,4758	-4,4774
22	-4,4672	-4,3343	-4,40075	123	-4,3264	-4,3415	-4,33395	223	-4,487	-4,4374	-4,4622
23	-4,4553	-4,335	-4,39515	124	-4,3197	-4,3223	-4,321	224	-4,4532	-4,4573	-4,45525
24	-4,4672	-4,3528	-4,41	125	-4,3257	-4,325	-4,32535	225	-4,4552	-4,4222	-4,4387
25	-4,4698	-4,3548	-4,4123	126	-4,3105	-4,3336	-4,32205	226	-4,4513	-4,4507	-4,451
26	-4,45	-4,3369	-4,39345	127	-4,3105	-4,3316	-4,32105	227	-4,4261	-4,5122	-4,46915
27	-4,5234	-4,3581	-4,44075	128	-4,3065	-4,325	-4,31575	228	-4,4817	-4,5056	-4,49365
28	-4,5108	-4,3601	-4,43545	129	-4,3038	-4,3416	-4,3227	229	-4,4988	-4,4897	-4,49425
29	-4,5009	-4,3627	-4,4318	130	-4,3184	-4,364	-4,3412	230	-4,4923	-4,5036	-4,49795
30	-4,4857	-4,3601	-4,4229	131	-4,3091	-4,331	-4,32005	231	-4,4671	-4,4903	-4,4787
31	-4,4665	-4,3237	-4,3951	132	-4,2933	-4,3356	-4,31445	232	-4,4909	-4,4361	-4,4635
32	-4,4929	-4,3349	-4,4139	133	-4,2821	-4,3475	-4,3148	233	-4,4513	-4,4381	-4,4447
33	-4,5505	-4,4169	-4,4837	134	-4,2933	-4,3151	-4,3042	234	-4,4665	-4,409	-4,43775
34	-4,5175	-4,4097	-4,4636	135	-4,3025	-4,3051	-4,3038	235	-4,4546	-4,4183	-4,43645
35	-4,5452	-4,4322	-4,4887	136	-4,3105	-4,282	-4,29625	236	-4,4367	-4,417	-4,42685
36	-4,5313	-4,4143	-4,4728	137	-4,3257	-4,2999	-4,3128	237	-4,444	-4,4057	-4,42485
37	-4,5214	-4,4024	-4,4619	138	-4,3204	-4,3144	-4,3174	238	-4,438	-4,4143	-4,42615
38	-4,4758	-4,3442	-4,41	139	-4,3197	-4,3072	-4,31345	239	-4,44	-4,4203	-4,43015
39	-4,4605	-4,3422	-4,40135	140	-4,3257	-4,3144	-4,32005	240	-4,4466	-4,4203	-4,43345
40	-4,4652	-4,3382	-4,4017	141	-4,3316	-4,3118	-4,3217	241	-4,442	-4,417	-4,4295
41	-4,444	-4,3284	-4,3862	142	-4,3402	-4,3105	-4,32535	242	-4,4453	-4,417	-4,43115
42	-4,4572	-4,3204	-4,3888	143	-4,3594	-4,3263	-4,34285	243	-4,4532	-4,4223	-4,43775
43	-4,4559	-4,3191	-4,3875	144	-4,3501	-4,3369	-4,3435	244	-4,4586	-4,4308	-4,4447
44	-4,4771	-4,3191	-4,3981	145	-4,3581	-4,3429	-4,3505	245	-4,4519	-4,4209	-4,4364
45	-4,4778	-4,3317	-4,40475	146	-4,3495	-4,3488	-4,34915	246	-4,4605	-4,4354	-4,44795
46	-4,4831	-4,3276	-4,40535	147	-4,3435	-4,3733	-4,3584	247	-4,448	-4,4388	-4,4434
47	-4,489	-4,3369	-4,41295	148	-4,3561	-4,3554	-4,35575	248	-4,4592	-4,4341	-4,44665
48	-4,4777	-4,3442	-4,41095	149	-4,3488	-4,3508	-4,3498	249	-4,4639	-4,4282	-4,44605
49	-4,4837	-4,3449	-4,4143	150	-4,3369	-4,3581	-4,3475	250	-4,4625	-4,4368	-4,44965
50	-4,4671	-4,3144	-4,39075	151	-4,3416	-4,3759	-4,35875	251	-4,4599	-4,4401	-4,45
51	-4,4546	-4,3211	-4,38785	152	-4,3323	-4,3653	-4,3488	252	-4,4658	-4,4262	-4,446
52	-4,5022	-4,3184	-4,4103	153	-4,333	-4,3653	-4,34915	253	-4,4625	-4,4328	-4,44765
53	-4,4837	-4,3416	-4,41265	154	-4,3297	-4,3494	-4,33955	254	-4,448	-4,4395	-4,44375
54	-4,4592	-4,3244	-4,3918	155	-4,3217	-4,3389	-4,3303	255	-4,4546	-4,4269	-4,44075
55	-4,4659	-4,3442	-4,40505	156	-4,3145	-4,3402	-4,32735	256	-4,4638	-4,4216	-4,4427
56	-4,4639	-4,3283	-4,3961	157	-4,2992	-4,3402	-4,3197	257	-4,4585	-4,4143	-4,4364
57	-4,4731	-4,3647	-4,4189	158	-4,3085	-4,3448	-4,32665	258	-4,4605	-4,4289	-4,4447
58	-4,4473	-4,3376	-4,39245	159	-4,3111	-4,3105	-4,3108	259	-4,45	-4,4156	-4,4328
59	-4,4407	-4,333	-4,38685	160	-4,3224	-4,319	-4,3207	260	-4,4599	-4,4157	-4,4378
60	-4,4387	-4,3237	-4,3812	161	-4,3039	-4,3204	-4,31215	261	-4,4526	-4,4216	-4,4371
61	-4,5577	-4,3191	-4,4384	162	-4,323	-4,3323	-4,32765	262	-4,4407	-4,4183	-4,4295
62	-4,4599	-4,3231	-4,3915	163	-4,3098	-4,3191	-4,31445	263	-4,4651	-4,4262	-4,44565
63	-4,4652	-4,3436	-4,4044	164	-4,3052	-4,3323	-4,31875	264	-4,4632	-4,4262	-4,4447
64	-4,4857	-4,3984	-4,44205	165	-4,3217	-4,3442	-4,33295	265	-4,4526	-4,4156	-4,4341
65	-4,5307	-4,4262	-4,47845	166	-4,3197	-4,3263	-4,323	266	-4,4539	-4,4315	-4,4427
66	-4,5386	-4,4288	-4,4837	167	-4,3337	-4,321	-4,32735	267	-4,4479	-4,4057	-4,4268
67	-4,5452	-4,3852	-4,4652	168	-4,3455	-4,333	-4,33925	268	-4,4533	-4,4202	-4,43675
68	-4,5207	-4,3641	-4,4424	169	-4,3653	-4,3581	-4,3617	269	-4,4506	-4,4249	-4,43775
69	-4,493	-4,3865	-4,43975	170	-4,3435	-4,3766	-4,36005	270	-4,4533	-4,4235	-4,4384
70	-4,5042	-4,4229	-4,46355	171	-4,3224	-4,37	-4,3462	271	-4,448	-4,4441	-4,44605
71	-4,5558	-4,3614	-4,4586	172	-4,3297	-4,3613	-4,3455	272	-4,4572	-4,4341	-4,44565
72	-4,5016	-4,368	-4,4348	173	-4,3409	-4,3548	-4,34785	273	-4,4572	-4,4216	-4,4394

73	-4,5161	-4,3766	-4,44635	174	-4,3296	-4,3488	-4,3392	274	-4,4738	-4,4077	-4,44075
74	-4,491	-4,3713	-4,43115	175	-4,3369	-4,3448	-4,34085	275	-4,4751	-4,403	-4,43905
75	-4,4982	-4,3878	-4,443	176	-4,3389	-4,3428	-4,34085	276	-4,4625	-4,4169	-4,4397
76	-4,5082	-4,3634	-4,4358	177	-4,3482	-4,3587	-4,35345	277	-4,4559	-4,4156	-4,43575
77	-4,4864	-4,372	-4,4292	178	-4,3561	-4,364	-4,36005	278	-4,4619	-4,3964	-4,42915
78	-4,5016	-4,335	-4,4183	179	-4,3601	-4,3726	-4,36635	279	-4,4658	-4,4037	-4,43475
79	-4,4758	-4,3284	-4,4021	180	-4,3297	-4,3759	-4,3528	280	-4,4665	-4,4289	-4,4477
80	-4,4672	-4,3224	-4,3948	181	-4,3409	-4,3587	-4,3498	281	-4,442	-4,4104	-4,4262
81	-4,4573	-4,3237	-4,3905	182	-4,3449	-4,3409	-4,3429	282	-4,4486	-4,3945	-4,42155
82	-4,4671	-4,3171	-4,3921	183	-4,3555	-4,3468	-4,35115	283	-4,4552	-4,3932	-4,4242
83	-4,4652	-4,4017	-4,43345	184	-4,3475	-4,3561	-4,3518	284	-4,4453	-4,4236	-4,43445
84	-4,5485	-4,3892	-4,46885	185	-4,3568	-4,3547	-4,35575	285	-4,4367	-4,3826	-4,40965
85	-4,5075	-4,3872	-4,44735	186	-4,3429	-4,3501	-4,3465	286	-4,4361	-4,4097	-4,4229
86	-4,5168	-4,3554	-4,4361	187	-4,3442	-4,3548	-4,3495	287	-4,4367	-4,4031	-4,4199
87	-4,5055	-4,3627	-4,4341	188	-4,3462	-4,3349	-4,34055	288	-4,4202	-4,3793	-4,39975
88	-4,5055	-4,3502	-4,42785	189	-4,3508	-4,3402	-4,3455	289	-4,4427	-4,3832	-4,41295
89	-4,5002	-4,3581	-4,42915	190	-4,3627	-4,3435	-4,3531	290	-4,4196	-4,4018	-4,4107
90	-4,5015	-4,3727	-4,4371	191	-4,3634	-4,3442	-4,3538	291	-4,4209	-4,4216	-4,42125
91	-4,5161	-4,3661	-4,4411	192	-4,3614	-4,3567	-4,35905	292	-4,4176	-4,4289	-4,42325
92	-4,5055	-4,3455	-4,4255	193	-4,3568	-4,3567	-4,35675	293	-4,4261	-4,407	-4,41655
93	-4,481	-4,3746	-4,4278	194	-4,3588	-4,3634	-4,3611	294	-4,4288	-4,4354	-4,4321
94	-4,5095	-4,3495	-4,4295	195	-4,3402	-4,3607	-4,35045	295	-4,4321	-4,4388	-4,43545
95	-4,4857	-4,3912	-4,43845	196	-4,364	-4,3647	-4,36435	296	-4,4122	-4,4395	-4,42585
96	-4,5069	-4,366	-4,43645	197	-4,3515	-4,3488	-4,35015	297	-4,4142	-4,4904	-4,4523
97	-4,4823	-4,3978	-4,44005	198	-4,3495	-4,3534	-4,35145	298	-4,4433	-4,534	-4,48865
98	-4,5406	-4,4295	-4,48505	199	-4,4427	-4,3687	-4,4057	299	-4,4274	-4,5294	-4,4784
99	-4,5657	-4,4031	-4,4844	200	-4,4626	-4,3772	-4,4199	300	-4,5306	-4,4943	-4,51245
100	-4,3111	-4,4236	-4,36735								

Profondeur	Mesure 1	Mesure 2	Moyenne	Profondeur	Mesure 1	Mesure 2	Moyenne
301	-4,4135	-4,4957	-4,4546	401	-4,2978	-4,4626	-4,3802
302	-4,4295	-4,4904	-4,45995	402	-4,3289	-4,3032	-4,31605
303	-4,4202	-4,5141	-4,46715	403	-4,2945	-4,2272	-4,26085
304	-4,4427	-4,5108	-4,47675	404	-4,3997	-4,2648	-4,33225
305	-4,4195	-4,4891	-4,4543	405	-4,3957	-4,2748	-4,33525
306	-4,3963	-4,4652	-4,43075	406	-4,3137	-4,3337	-4,3237
307	-4,4023	-4,4797	-4,441	407	-4,3078	-4,2662	-4,287
308	-4,2872	-4,3885	-4,33785	408	-4,3196	-4,1967	-4,25815
309	-4,2297	-4,2146	-4,22215	409	-4,3825	-4,2086	-4,29555
310	-4,4288	-4,4732	-4,451	410	-4,2919	-4,2172	-4,25455
311	-4,4202	-4,4917	-4,45595	411	-4,2787	-4,2225	-4,2506
312	-4,436	-4,4943	-4,46515	412	-4,2767	-4,2199	-4,2483
313	-4,4532	-4,497	-4,4751	413	-4,2978	-4,208	-4,2529
314	-4,4559	-4,5029	-4,4794	414	-4,3289	-4,1862	-4,25755
315	-4,4869	-4,5353	-4,5111	415	-4,3905	-4,2014	-4,29595
316	-4,5009	-4,5267	-4,5138	416	-4,3699	-4,1564	-4,26315
317	-4,4592	-4,4903	-4,47475	417	-4,4136	-4,2358	-4,3247
318	-4,44	-4,4599	-4,44995	418	-4,3488	-4,2007	-4,27475
319	-4,477	-4,4718	-4,4744	419	-4,409	-4,2358	-4,3224
320	-4,4671	-4,4507	-4,4589	420	-4,397	-4,2119	-4,30445
321	-4,4599	-4,4659	-4,4629	421	-4,3898	-4,1895	-4,28965
322	-4,4929	-4,4778	-4,48535	422	-4,2859	-4,1947	-4,2403
323	-4,4671	-4,4765	-4,4718	423	-4,3243	-4,1848	-4,25455
324	-4,4605	-4,4619	-4,4612	424	-4,3878	-4,1709	-4,27935
325	-4,4638	-4,4785	-4,47115	425	-4,3858	-4,1689	-4,27735
326	-4,4546	-4,456	-4,4553	426	-4,3805	-4,214	-4,29725
327	-4,4453	-4,4368	-4,44105	427	-4,352	-4,202	-4,277
328	-4,4539	-4,4593	-4,4566	428	-4,317	-4,1591	-4,23805
329	-4,4347	-4,4427	-4,4387	429	-4,2787	-4,1835	-4,2311
330	-4,4367	-4,4421	-4,4394	430	-4,2932	-4,1557	-4,22445
331	-4,4327	-4,4394	-4,43605	431	-4,3441	-4,1617	-4,2529
332	-4,4354	-4,4328	-4,4341	432	-4,3395	-4,1372	-4,23835
333	-4,4413	-4,4368	-4,43905	433	-4,3395	-4,167	-4,25325
334	-4,444	-4,4328	-4,4384	434	-4,3534	-4,1697	-4,26155
335	-4,4453	-4,448	-4,44665	435	-4,3316	-4,1802	-4,2559
336	-4,4513	-4,448	-4,44965	436	-4,3607	-4,2047	-4,2827
337	-4,4453	-4,4447	-4,445	437	-4,3858	-4,2344	-4,3101
338	-4,4387	-4,4242	-4,43145	438	-4,3302	-4,2219	-4,27605
339	-4,4307	-4,4652	-4,44795	439	-4,356	-4,2953	-4,32565
340	-4,4453	-4,4791	-4,4622	440	-4,3124	-4,2331	-4,27275
341	-4,4281	-4,452	-4,44005	441	-4,3342	-4,206	-4,2701
342	-4,4645	-4,4566	-4,46055	442	-4,3415	-4,2186	-4,28005
343	-4,4387	-4,4533	-4,446	443	-4,3329	-4,1729	-4,2529
344	-4,4413	-4,4533	-4,4473	444	-4,3263	-4,1881	-4,2572

345	-4,4274	-4,4256	-4,4265	445	-4,3541	-4,1868	-4,27045
346	-4,4122	-4,4282	-4,4202	446	-4,3408	-4,1677	-4,25425
347	-4,4361	-4,4295	-4,4328	447	-4,4294	-4,2218	-4,3256
348	-4,4341	-4,4361	-4,4351	448	-4,4585	-4,2225	-4,3405
349	-4,4413	-4,4421	-4,4417	449	-4,3944	-4,3072	-4,3508
350	-4,4493	-4,4487	-4,449	450	-4,4473	-4,3442	-4,39575
351	-4,4228	-4,4321	-4,42745	451	-4,3838	-4,2695	-4,32665
352	-4,4341	-4,4586	-4,44635	452	-4,3269	-4,327	-4,32695
353	-4,4268	-4,4579	-4,44235	453	-4,36	-4,249	-4,3045
354	-4,4711	-4,4923	-4,4817	454	-4,3309	-4,1604	-4,24565
355	-4,4697	-4,4725	-4,4711	455	-4,2899	-4,2232	-4,25655
356	-4,436	-4,4513	-4,44365	456	-4,3501	-4,1829	-4,2665
357	-4,4367	-4,4546	-4,44565	457	-4,323	-4,1525	-4,23775
358	-4,4347	-4,452	-4,44335	458	-4,2661	-4,1961	-4,2311
359	-4,4552	-4,4553	-4,45525	459	-4,321	-4,2199	-4,27045
360	-4,4433	-4,448	-4,44565	460	-4,3071	-4,1875	-4,2473
361	-4,4539	-4,4427	-4,4483	461	-4,2529	-4,1895	-4,2212
362	-4,4288	-4,4262	-4,4275	462	-4,2905	-4,1637	-4,2271
363	-4,4618	-4,4811	-4,47145	463	-4,2192	-4,1915	-4,20535
364	-4,4069	-4,4461	-4,4265	464	-4,2403	-4,2146	-4,22745
365	-4,3527	-4,442	-4,39735	465	-4,3071	-4,167	-4,23705
366	-4,3071	-4,3799	-4,3435	466	-4,3282	-4,1405	-4,23435
367	-3,4123	-2,8866	-3,14945	467	-4,3157	-4,1723	-4,244
368	-2,4197	-1,3769	-1,8983	468	-4,2734	-4,1881	-4,23075
369	-3,4646	-3,5599	-3,51225	469	-4,3256	-4,1537	-4,23965
370	-2,759	-2,7008	-2,7299	470	-4,323	-4,1134	-4,2182
371	-2,2034	-2,3014	-2,2524	471	-4,3527	-4,1022	-4,22745
372	-3,2252	-3,4382	-3,3317	472	-4,3726	-4,1438	-4,2582
373	-3,3938	-3,4904	-3,4421	473	-4,3647	-4,1888	-4,27675
374	-3,7866	-3,8442	-3,8154	474	-4,3117	-4,1908	-4,25125
375	-3,6841	-3,7781	-3,7311	475	-4,2714	-4,2106	-4,241
376	-3,7377	-3,8522	-3,79495	476	-4,3421	-4,1915	-4,2668
377	-3,7985	-3,716	-3,75725	477	-4,36	-4,1108	-4,2354
378	-4,0366	-4,0942	-4,0654	478	-4,3799	-4,2047	-4,2923
379	-4,1107	-4,1445	-4,1276	479	-4,4241	-4,2464	-4,33525
380	-4,1629	-4,1637	-4,1633	480	-4,4367	-4,21	-4,32335
381	-4,2066	-4,2258	-4,2162	481	-4,358	-4,2741	-4,31605
382	-3,8779	-3,8628	-3,87035	482	-4,3918	-4,292	-4,3419
383	-3,7575	-3,9282	-3,84285	483	-4,3977	-4,1809	-4,2893
384	-4,3342	-4,3158	-4,325	484	-4,3362	-4,1842	-4,2602
385	-4,2364	-4,1511	-4,19375	485	-4,3382	-4,1987	-4,26845
386	-4,1775	-4,1253	-4,1514	486	-4,4003	-4,167	-4,28365
387	-4,2416	-4,1696	-4,2056	487	-4,4036	-4,1697	-4,28665
388	-4,073	-4,0598	-4,0664	488	-4,5465	-4,2576	-4,40205
389	-4,0373	-4,0446	-4,04095	489	-4,3481	-4,2761	-4,3121
390	-4,0088	-3,9249	-3,96685	490	-4,3461	-4,2358	-4,29095
391	-4,0181	-4,1074	-4,06275	491	-4,2694	-4,1941	-4,23175
392	-4,1464	-4,212	-4,1792	492	-4,155	-4,0625	-4,10875
393	-4,3342	-4,3105	-4,32235	493	-4,5128	-3,9117	-4,21225
394	-4,3712	-4,3885	-4,37985	494	-4,5676	-4,4361	-4,50185
395	-4,4519	-4,4877	-4,4698	495	-4,442	-4,4044	-4,4232
396	-4,5306	-4,5168	-4,5237	496	-4,4579	-4,3627	-4,4103
397	-4,5346	-4,4864	-4,5105	497	-4,1788	-4,0552	-4,117
398	-4,5009	-4,5201	-4,5105	498	-4,1107	-4,0585	-4,0846
399	-4,5597	-4,4917	-4,5257	499	-4,3448	-4,2629	-4,30385
400	-4,3983	-4,4765	-4,4374	500	-4,5802	-4,4361	-4,50815